

## PROJET DE PARC ÉOLIEN À BOUSSU

DEMANDEUR DU PERMIS : WINDVISION S.A.

## ETUDE D'INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

COMPLÉMENT D'INFORMATIONS ET RÉSUMÉ NON TECHNIQUE

Namur, le 09 juin 2022

BEL000253.03

**CSD Ingénieurs Conseils s.a.**

Avenue Prince de Liège, 72

5100 Namur

t +32.81.43.40.76

f +32.81.43.47.92

e [namur@csgivingieurs.be](mailto:namur@csgivingieurs.be)



## TABLE DES MATIÈRES

<b>1. RÉSUMÉ NON TECHNIQUE</b>	<b>1</b>
1.1 Contexte et objet du complément d'informations	1
1.2 Evaluation environnementale complémentaire	1
<b>2. INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
2.1 Renseignements administratifs	4
2.2 Contexte et objet du complément d'étude	4
2.3 Demandeur du permis	6
2.4 Auteur du complément d'étude d'incidences	6
<b>3. NOUVEAU MODÈLE D'ÉOLIENNE</b>	<b>7</b>
3.1 Caractéristiques techniques	7
3.2 Éléments constitutifs des éoliennes	8
3.3 Description des fondations	9
<b>4. EVALUATION ENVIRONNEMENTALE COMPLÉMENTAIRE LIÉE AU MODÈLE ENERCON</b>	<b>9</b>
4.1 Paysage et patrimoine	9
4.2 Environnement sonore et vibrations	12
4.3 Ombre mouvante	22
4.4 Energie, climat et magnétisme	31
4.5 Mouvement de terre	36
<b>5. ANALYSE COMPLÉMENTAIRE RELATIVE AUX EAUX DE SURFACE</b>	<b>36</b>
5.1 Situation existante	36
5.2 Incidences du projet en phase de chantier	48
5.3 Incidences en phase d'exploitation	49
5.4 Conclusions	60
5.5 Recommandations	61
<b>6. ANALYSE PAYSAGÈRE COMPLÉMENTAIRE</b>	<b>62</b>
6.1 Perception de l'ensemble du projet éolien depuis les habitations situées à moins de 600 m	62
6.2 Perception du projet éolien depuis les habitations isolées situées entre 600 m (4 fois la hauteur totale) et 1 km	66
6.3 Mitage du paysage	78
<b>7. CONCLUSIONS</b>	<b>82</b>

7.1	Conclusions du complément d'étude	82
7.2	Recommandations de l'auteur d'étude	84

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1 :	Caractéristiques principales du nouveau modèle étudié dans le présent complément d'étude	7
Tableau 2 :	Puissance acoustique maximale du modèle d'éoliennes considéré (source : constructeurs).	12
Tableau 3 :	Récepteurs (points de calcul) considérés pour les modélisations acoustiques.	13
Tableau 4 :	Niveaux d'immission maximums prévisibles pour le projet seul en mode normal (sans bridage) – conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021)	15
Tableau 5 :	Programmes de bridage pour le respect des valeurs limites d'immission définies par les conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021)	17
Tableau 6 :	Niveaux d'immission maximums prévisibles pour les éoliennes projetées en mode bridé – conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021)	17
Tableau 7 :	Heures de fonctionnement des éoliennes en fonction de la direction des vents (cas de figure du modèle Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES).	22
Tableau 8 :	Ensoleillement mensuel moyen en heure par jour.	23
Tableau 9 :	Caractéristiques du modèle envisagé.	23
Tableau 10 :	Durées d'exposition à l'ombre mouvante pour les scénarios 'situation probable' et 'worst case' avec le modèle d'éoliennes Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES	23
Tableau 11 :	Couleurs associées aux contributions des éoliennes à l'ombre mouvante	24
Tableau 12 :	Tableau récapitulatif des récepteurs potentiellement concernés par un ombrage en situation 'Worst Case'	29
Tableau 13 :	Nombre annuel d'heures d'arrêt potentiel par éolienne à équiper d'un 'shadow module'.	31
Tableau 14 :	Production électrique prévisible du parc, selon le modèle d'éoliennes considéré (sur base de l'étude de vent du bureau GreenPlug, rapport du 14/03/2022).	32
Tableau 15 :	Emissions de CO <sub>2</sub> par kWh <sub>e</sub> par filière (source : Öko-Institut, modèle GEMIS, 2007).	33
Tableau 16 :	Réductions potentielles des émissions de polluants atmosphériques associés à la production d'électricité.	34
Tableau 17 :	Quantités moyennes précipitées (en mm) sur la commune de Boussu entre 1991 et 2020 (source : IRM, 2022).	36
Tableau 18 :	Occupation du sol sur la zone d'emprise de l'aléa d'inondation dans laquelle s'insère le projet (source : SPW, COSW v2_07, 2007).	43
Tableau 19 :	Valeur du coefficient de ruissellement du bassin d'alimentation du point 1	52
Tableau 20 :	Débits d'eaux de ruissellement à gérer pour une période de retour de 25 ans et pour les durées de pluie en situation projetée (bassin d'alimentation n°1)	52
Tableau 21 :	Valeur du coefficient de ruissellement du bassin d'alimentation du point 2	53
Tableau 22 :	Débits d'eaux de ruissellement à gérer pour une période de retour de 25 ans et pour les durées de pluie en situation projetée (bassin d'alimentation n°1)	54
Tableau 23 :	Evolution des surfaces actives entre la situation existante et la situation projetée	57
Tableau 24 :	Volume d'eau déplacé par chaque éolienne projetée et élévation de la hauteur d'eau en cas d'inondation par débordement jusque 23,5 m d'altitude.	59



**LISTE DES FIGURES**

Figure 1 :	Localisation du projet de 3 éoliennes à Boussu (Dossier cartographique de l'EIE du 03.11.2021).	5
Figure 2 :	Composantes d'une éolienne à génératrice synchrone (source : Enercon, 2019).	8
Figure 3 :	Schéma d'une fondation dite 'hors sol' (source : Enercon, 2020).	9
Figure 4 :	Silhouettes des différents modèles éoliens envisagés pour le projet de Boussu (source : CSD, 2022).	10
Figure 5 :	Puissance acoustique des modèles d'éoliennes considérés en fonction de la vitesse de vent à 10 m du sol (source : constructeurs).	12
Figure 6 :	Niveaux sonores du projet éolien et du bruit de fond (min et max) – Enercon E115 EP3 E3 TES - période de jour	20
Figure 7 :	Niveaux sonores du projet éolien et du bruit de fond (min et max) – Enercon E115 EP3 E3 TES - période de nuit	20
Figure 8 :	Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue des Bats à Saint-Ghislain (Sources : CSD et WalOnMap)	25
Figure 9 :	Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante des récepteurs R1 à R4	25
Figure 10 :	Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue de Boussu et de la rue des Herbières (Sources : CSD et WalOnMap)	27
Figure 11 :	Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante des récepteurs R6 à R9	27
Figure 12 :	Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue du chemin de fer Hainaut-Flandre et de la rue Joseph Tamigniau (Sources : CSD et WalOnMap)	28
Figure 13 :	Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante des récepteurs R14 à R16	28
Figure 14 :	Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue des Sarts à Saint-Ghislain (Sources : CSD et WalOnMap)	29
Figure 15 :	Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante du récepteur R18.	29
Figure 16 :	Graphique de la répartition des précipitations moyennes entre 1991 et 2020 sur la commune de Boussu (source : IRM, 2022, extrait de <a href="https://www.meteo.be/">https://www.meteo.be/</a> ).	36
Figure 17 :	Topographie du site d'implantation du projet avec localisation des différents transects réalisés pour les profils altimétriques (WalOnMap, 2021).	37
Figure 18 :	Profil altimétrique suivant le transect A à travers le site éolien en projet d'ouest en est (source : WalOnMap, 2022).	38
Figure 19 :	Profil altimétrique suivant le transect B à travers le site éolien en projet du nord au sud (source : WalOnMap, 2022).	38
Figure 21 :	Profil altimétrique suivant le transect C du nord au sud, chemin d'accès à l'éolienne n°1 (source : WalOnMap, 2022).	39
Figure 22 :	Profil altimétrique suivant le transect D du nord-est au sud-ouest, éolienne 1 (source : WalOnMap, 2022).	39
Figure 22 :	Profil altimétrique suivant le transect E du nord-ouest au sud-est, éolienne n°1 (source : WalOnMap, 2022).	40
Figure 23 :	Profil altimétrique suivant le transect F du sud au nord, éolienne n°2 (source : WalOnMap, 2022).	40

Figure 24 :	Profil altimétrique suivant le transect G de l'ouest à l'est, éolienne n°2 (source : WalOnMap, 2022).	40
Figure 25 :	Profil altimétrique suivant le transect H du nord au sud, éolienne n°3 (source : WalOnMap, 2022).	41
Figure 26 :	Profil altimétrique suivant le transect I de l'ouest à l'est, éolienne n°3 (source : WalOnMap, 2022).	41
Figure 27 :	Aménagements hydrauliques existants.	43
Figure 28 :	Carte de l'aléa d'inondation par débordement (SPW, 2021).	45
Figure 29 :	Zone inondable à une période de retour de 25 ans (en rose) (source : SPW, 2021).	45
Figure 30 :	Zone inondable à une période de retour de 50 ans (en rose) (source : SPW, 2021).	46
Figure 31 :	Zone inondable pour une période de retour de 100 ans (en rose) (source : SPW, 2021).	46
Figure 32 :	Axes à risques de ruissellement concentré au voisinage du projet (SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, LIDAXES 2021).	48
Figure 34.	Bassin d'alimentation du point 1. NB : la légende pour les aménagements est reprise à la Figure 17.	51
Figure 34 :	Coupe de principe d'un caniveau à grillage (source : plans de la demande de permis unique, projet éolien à Boussu, Windvision S.A., 2022).	52
Figure 36 :	Bassin d'alimentation du point 2. NB : la légende pour les aménagements est reprise à la Figure 17.	53
Figure 36 :	Coupe de principe d'un caniveau à grillage (source : plans de la demande de permis unique, projet éolien à Boussu, Windvision S.A., 2022).	54
Figure 37 :	Coupe de principe d'un puits ajusté à la section d'un cours d'eau (source : plans de la demande de permis unique, projet de parc éolien à Boussu, Windvision S.A., 2022).	55
Figure 38:	Extrait des fiches techniques des modèles Nordex à gauche et Enercon à droite.	59
Figure 39:	Systèmes d'étanchéité des câbles pour l'entrée dans la cabine de tête ou la fondation (Windvision, 2022).	60
Figure 40 :	Localisation des maisons isolées à moins de 600 m des éoliennes (source : Google 2021)	62
Figure 41 :	Vue 3D au niveau des habitations rue Joseph Tamigniau n°182 et n°180, vers le projet éolien (source : GoogleEarth, 2020).	64
Figure 42 :	Vue 3D au niveau de l'habitation sise Rive gauche de la Haine n°49 vers le projet éolien (source : GoogleEarth, 2020).	66
Figure 43 :	Localisation des zones d'habitat et des habitations hors zones d'habitat les plus proches des éoliennes.	67
Figure 44 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis l'habitation située rue des Bats n°132 (1) en direction du projet.	68
Figure 45 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 22 habitations situées rue des Bats (2) et (3) en direction du projet.	69
Figure 46 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis l'habitation située rue des Bats n°29 (4) en direction du projet.	70

Figure 47 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 10 habitations situées rue des Anglais (5) en direction du projet.	71
Figure 48 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les deux habitations situées rue des Herbières (6) en direction du projet.	72
Figure 49 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les deux habitations situées rue du Chemin de fer Hainaut Flandre (7) en direction du projet.	73
Figure 50 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 7 habitations situées rue Joseph Tamigniau (8) en direction du projet.	74
Figure 51 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 11 habitations situées rue Joseph Tamigniau (9) en direction du projet.	75
Figure 52 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 7 habitations situées rue Joseph Tamigniau (10) en direction du projet.	76
Figure 53 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 8 habitations situées rue Rive gauche de la Haine et rue Joseph Tamigniau (12) en direction du projet.	77
Figure 54 :	Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 2 habitations situées rue d'Hainin (13) en direction du projet	78
Figure 55:	Carte des contraintes locales (EIE du 03.11.2021)	79

## ANNEXES

ANNEXE AA.	Courrier du SPW : Demande de renseignements complémentaires (premier tour)
ANNEXE BB.	Courbes d'émission acoustique du modèle d'éoliennes
ANNEXE CC.	Etude de productible
ANNEXE DD.	Modélisations acoustiques en considérant l'AGW conditions
ANNEXE EE.	Fiches techniques des constructeurs relatives au 'shadow module'
ANNEXE FF.	Fiches techniques des couts de démantèlement
ANNEXE GG.	Fiches techniques de l'Enercon (fondation hors sol)
ANNEXE HH.	Courrier de la Wateringue
ANNEXE II.	Note technique de l'estimation de la hauteur d'eau

## PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne sont pas remplies, CSD décline toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

## 1. Résumé non technique

### 1.1 Contexte et objet du complément d'informations

Le 08 décembre 2021, la société Windvision a déposé une demande de permis unique visant l'implantation et l'exploitation d'un parc de 3 éoliennes d'une hauteur maximale de 150 m sur le territoire de la commune de Boussu. La demande de permis unique visait également l'aménagement des chemins d'accès, la construction d'une cabine de tête et la réalisation du raccordement électrique.

La demande de permis unique était accompagnée d'une étude d'incidences sur l'environnement réalisée par le bureau d'étude CSD Ingénieurs Conseils datée du 03 novembre 2021.

Le projet soumis à étude d'incidences est localisé au nord des villes et villages de Boussu et de Hainin et au sud de Hautrage-Etat et de Saint-Ghislain. Le site se situe au sud de l'autoroute E19 et à proximité de l'échangeur avec l'autoroute E42.

En date du 28 décembre 2021, les Fonctionnaires technique et délégué ont déclaré au promoteur que la demande de permis était incomplète en précisant que parmi les 2 modèles étudiés dans l'étude d'incidence du 03.11.2021, Nordex et Senvion, les turbines de ce dernier n'étaient plus disponibles (faillit). Le demandeur propose donc de produire un complément d'information à l'étude d'incidences accompagnée de modifications des plans de la demande de permis unique. L'objectif est de remplacer le modèle Senvion 3.45MW M122 qui était présenté dans le rapport final de l'étude d'incidences du 03.11.2021 par le modèle Enercon E-115 EP3 d'une puissance nominale de 2.99 MW.

En conséquence, les modèles considérés par Windvision sont la Nordex N117 3.675 MW STE (EIE du 03.11.2021) et l'Enercon E-115 EP3 2.99 STE. Au stade actuel du projet, le demandeur n'a pas encore défini précisément le modèle d'éolienne qui sera installé en cas d'octroi du permis. En effet, le demandeur choisira le modèle spécifique lors de l'exécution du permis unique après sa délivrance afin de pouvoir choisir à ce moment-là la meilleure technologie disponible et appropriée au site de Boussu. Le modèle répondra aux gabarit et caractéristiques techniques maximalistes des 2 modèles étudiés. Dans ce cas-ci il s'agit du modèle Nordex N117 3.675 MW STE, ayant une hauteur totale en bout de pale de 150 m, un rotor maximal de 117 m et une puissance maximale de 3,675 MW.

De plus le présent complément a pour objet de (1) mettre à jour les impacts environnementaux et plus spécifiquement liés au paysage, à l'acoustique, à l'ombre mouvante et au productible en se basant sur le seul modèle Enercon E 115 EP3 2,99 MW ; (2) répondre aux exigences de la Circulaire de la constructibilité en zone inondable qui est effective depuis le 1er avril 2022, en apportant de nouveaux éléments par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

**Hormis le changement de modèle et les adaptations avancées d'un point de vue environnementales, le projet et les évaluations environnementales tels que définis dans l'EIE du 03.11.2021 restent inchangés.**

### 1.2 Evaluation environnementale complémentaire

Une adaptation des impacts environnementaux et plus spécifiquement liés au paysage, à l'acoustique, à l'ombre mouvante et au productible est donc présenté dans le présent complément et se basant sur le modèle Enercon E 115 EP3 2,99 MW.

#### 1.2.1 Paysage et patrimoine

Concernant les enjeux liés au paysage, le demandeur propose deux modèles distincts dans le cadre de cette étude. Il s'agit de la Nordex N117 et de l'Enercon E115 EP3 E3. En raison de la valeur identique de leur ratio

« diamètre rotor/hauteur totale » (0,78 et 0,77), la perception générale des éoliennes depuis l'ensemble des points de vue sera identique. Aussi le choix n'aura aucune incidence paysagère notable. La seule différence à pointer ici est la forme de la nacelle de l'Enercon, possédant un disque à l'arrière des pales, alors que celle du modèle Nordex est complètement rectangulaire. Cette différence ne sera toutefois perceptible qu'à faible distance. La mise en place de la fondation du modèle Enercon dépassant le niveau du terrain naturel s'intègre globalement de manière favorable au sein du paysage local (coffrage végétalisé) ponctué par un micro-relief associé à des éléments naturels.

## 1.2.2 Environnement sonore et vibration

Concernant l'analyse des impacts liés à l'environnement sonore, les modélisations acoustiques réalisées pour des éoliennes de type Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES indiquent un dépassement des valeurs limites acoustiques des conditions sectorielles de 2021 pour toutes les périodes au niveau de la rue des Sarts à Saint-Ghislain. Par conséquent, un programme de bridage adéquat doit être prévu pendant les périodes de jour, transition et nuit, afin de garantir le respect des valeurs limites acoustiques des conditions sectorielles. Sur base des données communiquées par le constructeur et des modélisations acoustiques, cet objectif est réalisable mais induit une perte de production de 0,8%.

## 1.2.3 Ombre mouvante

Concernant l'analyse des impacts liés à l'ombre mouvante, l'impact du projet dans les zones sensibles à l'ombre mouvante est susceptible de concerner principalement des habitations situées à Boussu et Saint-Ghislain. De manière à respecter le cas le plus défavorable, l'auteur d'étude estime nécessaire d'équiper les éoliennes n° 1, 2 et 3 d'un module spécifique (shadow module).

## 1.2.4 Energie, climat et magnétisme

Concernant l'estimation de la production électrique annuelle du parc selon le modèle Enercon E115 2,99 les analyses et conclusions du chapitre Energie et climat de l'EIE du 03.11.2021 restent valables. La production des 3 éoliennes projetées dans le cas de figure du modèle Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE sera d'environ 19 045 MWh/an. Cette production est équivalente à la consommation annuelle d'électricité de minimum environ 5 147 ménages wallons. Concernant le magnétisme la valeur maximale du champ généré lors des pics de courant ne devrait pas dépasser 1,02  $\mu$ T et aucun dépassement n'est à prévoir à la projection verticale de l'axe du câble.

## 1.2.5 Analyse complémentaire des eaux de surface

Le site éolien en projet s'implante dans une zone de dépression délimitée globalement par les voiries existantes. Le site est caractérisé par un réseau complexe de fossés de collecte redirigeant les eaux vers le ruisseau des Herbières. Au sein de cette dépression, le relief est relativement plat.

Vu la présence des trois éoliennes du projet en zone d'aléa d'inondation par débordement de niveau moyen et de la proximité du projet à des axes de ruissellement concentrés drainant plus de 3 ha, une analyse complémentaire a été réalisée et a conduit à de nouvelles recommandations de l'auteur d'étude ou à la mise en place par le demandeur de mesures telles que l'utilisation de techniques d'étanchéité des câbles, le rehaussement de la cabine te tête, l'accès aux éoliennes en hauteur, le redimensionnement des pertuis ou la pose de caniveaux à grillage au niveau des chemins d'accès.

Ces dispositions techniques et aménagements permettraient d'assurer la continuité des axes de ruissellement concentré ou des cours d'eau/fossés en présence mais garantissent également de diminuer la vulnérabilité des infrastructures et éoliennes installées.

## 1.2.6 Analyse paysagère complémentaire

Trois analyses paysagères complémentaires ont été réalisées. La première concerne l'impact du projet dans son entièreté sur les habitations isolées situées à moins de 600 m du projet. La seconde concerne l'analyse

de l'impact du projet sur les habitations isolées situées entre 600 m et 1 km. En fin, une analyse du mitage conclue qu'en raison de l'exploitation maximale du site d'étude avec l'installation de trois machines, de sa localisation en bordure d'un axe important ainsi que de sa bonne intégration par rapport au parc existant de Dur-Quévrain et projets aux alentours, le projet de Boussu n'engendrera pas d'effet de mitage du paysage.

## 2. Introduction

### 2.1 Renseignements administratifs

Objet de l'étude	Projet de parc éolien à Boussu
Type de procédure	Demande de permis unique de classe 1
Commune(s) d'enquête	Boussu, Colfontaine, Dour, Hensies, Quaregnon, Saint-Ghislain et Bernissart
Promoteur du projet	WindVision Belgium S.A.
Auteur agréé de l'étude	CSD Ingénieurs Conseils s.a.
Agrément(s) concerné(s)	4 – Processus industriels relatifs à l'Énergie
Autorité compétente	SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement – Département Permis et Autorisations (DPA) – Direction extérieure de Mons (Fonctionnaire technique)  SPW Territoire, Logement, Patrimoine, Énergie – Direction extérieure de Mons (Fonctionnaire délégué)
Date et lieu de la réunion d'information préalable	Le 9/10/2018, à 19h00 au 3 rue François Dorzée, Boussu
Rubriques concernées du permis d'environnement	40.10.01.04.03 : parc d'éoliennes dont la puissance totale est égale ou supérieure à 3 MW électrique  40.10.01.01.02 : Transformateur statique d'une puissance nominale égale ou supérieure à 1.500 kVA

### 2.2 Contexte et objet du complément d'étude

#### 2.2.1 Contexte

Le 08 décembre 2021, la société Windvision a déposé une demande de permis unique visant l'implantation et l'exploitation d'un parc de 3 éoliennes d'une hauteur maximale de 150 m sur le territoire de la commune de Boussu. La demande de permis unique visait également l'aménagement des chemins d'accès, la construction d'une cabine de tête et la réalisation du raccordement électrique.

La demande de permis unique était accompagnée d'une étude d'incidences sur l'environnement réalisée par le bureau d'étude CSD Ingénieurs Conseils datée du 03 novembre 2021.

Le projet soumis à étude d'incidences est localisé au nord des villes et villages de Boussu et de Hainin et au sud de Hautrage-Etat et de Saint-Ghislain. Le site se situe au sud de l'autoroute E19 et à proximité de l'échangeur avec l'autoroute E42.

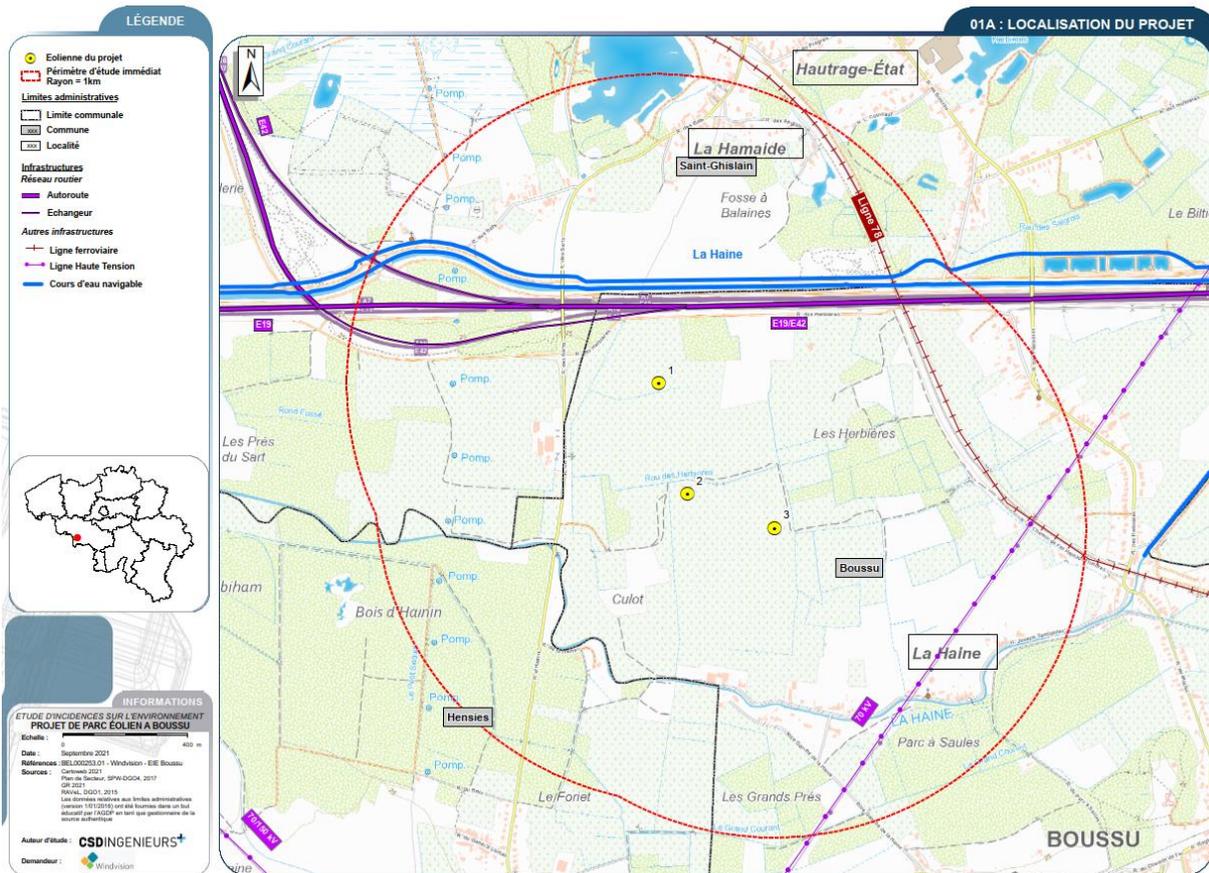


Figure 1 : Localisation du projet de 3 éoliennes à Boussu (Dossier cartographique de l'EIE du 03.11.2021).

En date du 28 décembre 2021, les Fonctionnaires technique et délégué ont déclaré au promoteur que la demande de permis était incomplète en précisant que « plus de trois ans après la faillite du constructeur *Senvion*, des modèles d'éolienne de la marque apparaissent encore dans les "alternatives" possibles au niveau de l'EIE. D'autant plus que seules 2 alternatives sont produites (*Nordex* et *Senvion*), ce qui ne laisse plus qu'une seule véritable possibilité en termes de machine même si on peut comprendre en partie que la *Senvion* est représentative d'une gamme. Il conviendrait d'au minimum prendre en compte des machines équivalentes à la *Senvion*, mais encore disponible sur le marché à l'heure actuelle (liste de quelques machines s'inscrivant dans la "gamme *Senvion*" avec leurs caractéristiques propres). Il convient également que le promoteur se positionne sur le choix final. »

- ▶ Voir ANNEXE AA : Courrier du SPW : Demande de renseignements complémentaires (premier tour)

## 2.2.2 Contenu

Le contenu du présent complément a pour objet de :

- Répondre à l'incomplétude qui mettait en avant le manque de modèle étudié. Le demandeur propose donc de produire un complément d'informations à l'étude d'incidences accompagnée de modifications des plans de la demande de permis unique. L'objectif de ces plans modificatifs et du présent complément est de remplacer le modèle *Senvion* 3.45MW M122 qui était présenté dans le rapport final de l'étude d'incidences du 03.11.2021 (EIE du 03.11.2021) par le modèle *Enercon* E-115 EP3 d'une puissance nominale de 2.99 MW. En conséquence, les modèles considérés par *Windvision* dans le présent complément sont la *Nordex* N117 3.675 MW STE (EIE du 03.11.2021) et l'*Enercon* E-115 EP3 2.99 STE. Au stade actuel du projet, le demandeur n'a pas encore défini précisément le modèle d'éolienne qui sera installé en cas d'octroi du permis. En effet, le demandeur choisira le modèle spécifique lors de l'exécution du permis unique après sa délivrance afin de pouvoir choisir à ce moment-là la meilleure technologie disponible et appropriée au site de Boussu. Dans ce cas-ci il

s'agit du modèle Nordex N117 3.675 MW STE, ayant une hauteur totale en bout de pale de 150 m, un rotor maximal de 117 m et une puissance maximale de 3,675 MW.

- Mettre à jour les impacts environnementaux et plus spécifiquement liés au paysage, à l'acoustique, à l'ombre mouvante et au productible en se basant sur le seul modèle Enercon E 115 EP3 2,99 MW.
- Répondre aux exigences de la Circulaire de la constructibilité en zone inondable qui est effective depuis le 1er avril 2022, en apportant de nouveaux éléments par rapport à l'EIE du 03.11.2021.
- Répondre aux derniers griefs d'annulation avancés par le Conseil d'Etat concernant le mitage depuis la rédaction de l'étude d'incidences de 2021

**Hormis le changement de modèle et les adaptations avancées d'un point de vue environnementales, le projet et les évaluations environnementales tels que définis dans l'EIE du 03.11.2021 restent inchangés.**

## 2.3 Demandeur du permis

Dénomination	WindVision Belgium S.A
Siège d'exploitation	Arnould Nobelstraat 42, boîte 3   3000 Leuven
Responsable du projet	Mr. André-Stephane Van de Goor
Tél.	+32 (0) 16 299 455
Fax	+32 (0) 16 299 458
E-mail	andre-stephane.vandegoor@WindVision.com
Internet	www.windvision.com

La société WindVision Belgium est une société belge qui a pour objectif le développement, la construction et l'exploitation d'unités de production d'électricité à partir d'énergies renouvelables.

## 2.4 Auteur du complément d'étude d'incidences

Le présent complément d'étude d'incidences a été réalisé par le bureau CSD Ingénieurs Conseils. CSD Ingénieurs est agréé par le Service Public de Wallonie (SPW) comme auteur d'études d'incidences sur l'environnement relatives à l'ensemble des catégories de projet, à savoir n°1 à 8.

CSD Ingénieurs dispose également de l'agrément défini par l'arrêté du Gouvernement wallon du 1er juillet 2010 relatif aux laboratoires et organismes en matière de bruit. Cela lui permet notamment de pouvoir effectuer les mesures et études acoustiques à réaliser dans le cadre d'une étude d'incidences.

Les personnes suivantes ont contribué à l'élaboration du présent complément d'étude :

- Chef de projet : Axel VANDEREYCKEN, docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique
- Co-référent : Alessandra HOLLOGNE, géographe
- Kieran HILL, ingénieur en acoustique environnementale
- Ralph KLAUS, ingénieur civil
- Alice UMBACH, agronome, architecte paysagiste
- Véronique WALLEMACQ, géographe

## 3. Nouveau modèle d'éolienne

### 3.1 Caractéristiques techniques

Suite à l'arrêt de la production d'éoliennes par le constructeur Senvion, le modèle Senvion 3.45MW M122 présenté dans le rapport final de de l'EIE du 03.11.2021 a été remplacé dans le présent complément d'étude par un autre modèle, de manière à couvrir une gamme la plus pertinente possible au regard des modèles actuellement disponibles, que ce soit en termes de taille de rotor (diamètre des pales) et de puissance nominale des turbines (puissance délivrée à la génératrice).

Aucune autre modification ne doit être apportée à la description générale des modèles d'éoliennes repris dans l'EIE du 03.11.2021. Précisons également qu'il n'est prévu aucun déplacement des éoliennes et que les coordonnées Lambert restent inchangées par rapport à l'EIE de du 03.11.2021.

Tableau 1 : Caractéristiques principales du nouveau modèle étudié dans le présent complément d'étude

Caractéristiques	<b>Enercon E-115 EP3</b> 2.99 MW TES
<b>Caractéristiques générales</b>	
Puissance nominale	2 990 kW
Hauteur totale	150 m
Classe de vent <sup>1</sup>	IEC IIa
Concept de l'installation	Tripale à axe horizontal, sans multiplicateur (boîte de vitesses), vitesse de rotation variable, ajustage individuel des pales, rotation lente dans le sens des aiguilles d'une montre
<b>Tour</b>	
Hauteur	92 m
Diamètre	n.d.
Matériau	Mât tubulaire en acier
Couleur	Gris clair (RAL 7035 ou équivalent)
<b>Rotor</b>	
Diamètre	115,7 m
Longueur de pale	56 m
Surface balayée	10 515,5 m <sup>2</sup>
Matériau	Fibres de verre – résine époxy/polyester
Freinage, arrêt	Mise en drapeau des pales, frein mécanique du rotor, système de blocage du rotor

<sup>1</sup> La norme internationale de référence IEC 61400-1 définit cinq classes d'éoliennes (I, II, III, IV et S), en fonction de la vitesse annuelle moyenne du vent pour laquelle elles sont conçues. Les éoliennes de classe I sont les plus résistantes structurellement et les éoliennes de classe IV sont les moins résistantes. Pour les classes I à IV, le seuil maximal de vitesse moyenne du vent est respectivement de 10,0 m/s, 8,5 m/s, 7,5 m/s et 6,0 m/s. La classe S est une classe spéciale, généralement utilisée pour les projets en mer. Au niveau des sites on-shore wallons, le critère de la classe III est généralement respecté. Les indices a et b de la norme reflètent le niveau de turbulence moyen auquel les éoliennes peuvent être soumises (les éoliennes de classe a pourront supporter un régime de vent avec une intensité de turbulence plus élevée que la classe b). Le respect de ces critères dépend fortement de la situation locale et de la configuration du parc éolien (Source : <https://eolienne.f4jr.org/vent>).

<b>Génératrice et transformateur</b>	
Tension délivrée génératrice	400 V
Fréquence	50/60 Hz
Puissance du transformateur	3 500 kVA
<b>Vitesses caractéristiques (mesurées à hauteur du moyeu)</b>	
Vitesses de rotation	4,4 à 12,8 tr/min
Vitesse de démarrage	2 m/s
Vitesse à puissance nominale	11,5 m/s
Vitesse de décrochage	25 m/s
<b>Fondation</b>	
Forme	Circulaire
Dimensions horizontales (diamètre max.)	20 à 25 m
Dimensions verticales (max.)	2,5 à 3,5 m

## 3.2 Éléments constitutifs des éoliennes

Les principaux éléments constitutifs d'une éolienne et spécifique à l'Enercon sont les suivants :

- Multiplicateur (boîte de vitesses) et alternateur (ou génératrice) : Le projet prévoit l'installation d'éoliennes à génératrice asynchrone (Nordex), c.à.d. avec multiplicateur (boîte de vitesses) (technologie classique et la plus répandue), ou synchrone (sans multiplicateur pour l'Enercon).
- Dans les turbines à génératrice synchrone (spécificité notamment du constructeur Enercon et Vestas), le moyeu et la génératrice sont directement reliés et forment une seule unité sans multiplicateur. L'avantage de cette technologie, dite « à transmission directe », réside dans une réduction du nombre de roulements, d'où une diminution du bruit mécanique et une moindre usure des pièces mécaniques.

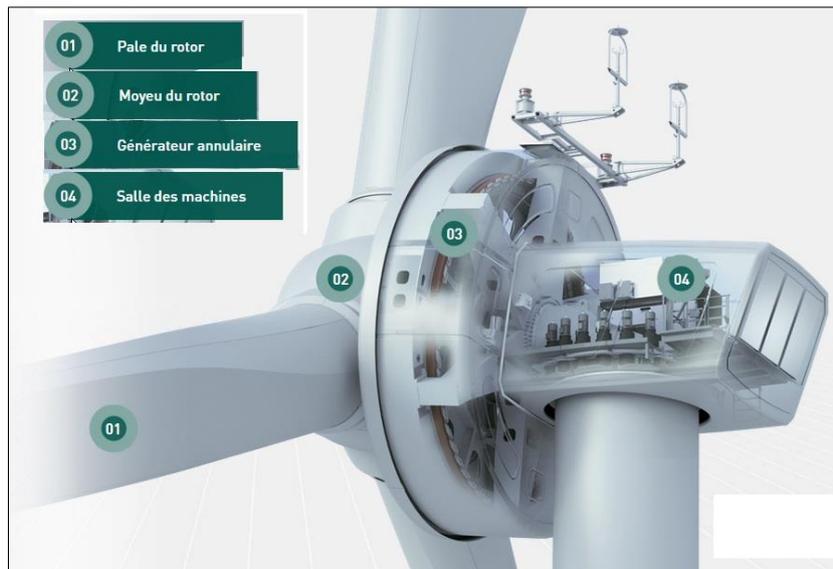


Figure 2 : Composantes d'une éolienne à génératrice synchrone (source : Enercon, 2019).

Le cout de démantèlement associé au modèle Enercon E115 est d'environ : 122.481,53€

- Voir ANNEXE FF : Cout de démantèlement de l'Enercon

## 3.3 Description des fondations

La mise en place de fondations dites 'hors sol', spécificité notamment du constructeur Enercon, est également envisageable si les contraintes techniques locales le permettent. La fondation est enterrée d'une profondeur d'environ 75 cm dans le sol sur la totalité de sa surface, et sur une profondeur d'environ 1,25 m sous la superficie du mât, le reste du volume de béton étant situé au-dessus du niveau du sol et entourant la base du mât. Les dimensions de la fondation sont similaires à celles d'une fondation enterrée. La partie dépassant le niveau du terrain naturel d'environ 1,10 m est recouverte de terre (coffrage). L'auteur d'étude recommande de végétaliser les talus afin de maintenir leur stabilité et de favoriser leur intégration dans le paysage local.

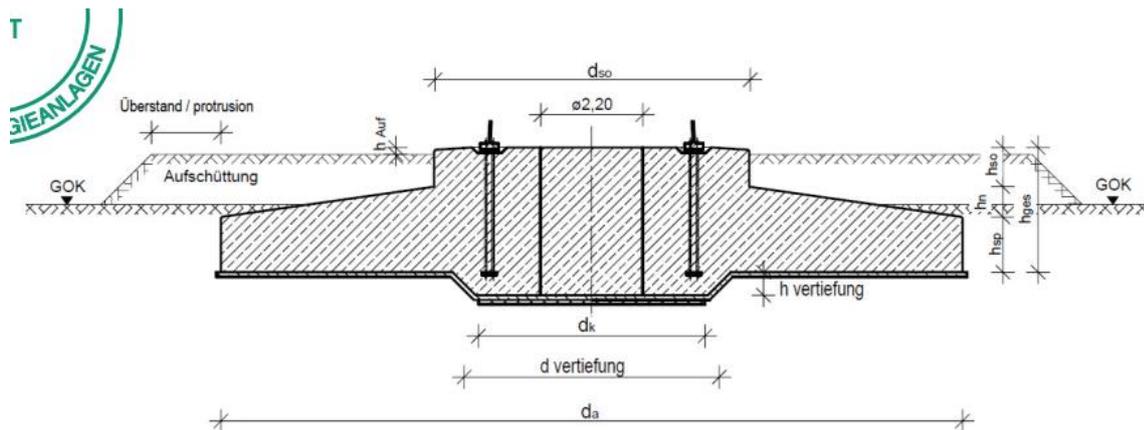


Figure 3 : Schéma d'une fondation dite 'hors sol' (source : Enercon, 2020).

- Voir ANNEXE GG : Fiches techniques de l'Enercon (fondation hors sol)

## 4. Evaluation environnementale complémentaire liée au modèle Enercon

### 4.1 Paysage et patrimoine

#### 4.1.1 Choix des modèles d'éoliennes considérées

Pour rappel, les modèles envisagés dans le présent projet sont les suivants :

- Enercon E-115 EP3, d'une puissance de 2,99 MW, avec un diamètre de rotor de 115,7 m de rotor, un mât de 92 m et une hauteur totale de 149,9 m ;
- Nordex N117, d'une puissance de 3,675 MW, avec un diamètre de rotor de 117 m de rotor, un mât de 91,5 m et une hauteur totale de 149,6 m ;

Le choix définitif d'un modèle particulier d'éoliennes de la gamme 2,99 à 3,675 MW n'aura pas d'incidence paysagère particulière compte tenu des différences limitées entre les modèles.

Le choix d'un modèle d'éoliennes entre les modèles envisagés n'aura pas d'incidences paysagères particulières compte tenu de la valeur identique de leur ratio « diamètre rotor/hauteur totale ». En effet, le ratio de l'Enercon E-115 EP3 E3 vaut 0,77 et celui de la Nordex N117, 0,78. Ces deux valeurs étant quasi identiques, la perception générale de l'éolienne depuis l'ensemble des points de vues sera identique. Ce type de morphologie d'éolienne avec un ratio « diamètre rotor/hauteur totale » plus important est actuellement de plus en plus envisagé par les développeurs éoliens dans le but d'**optimiser l'exploitation du potentiel éolien du site tout en limitant la hauteur totale des machines.**

Les silhouettes générales des différents modèles éoliens envisagés pour le projet sont présentées ci-dessous.

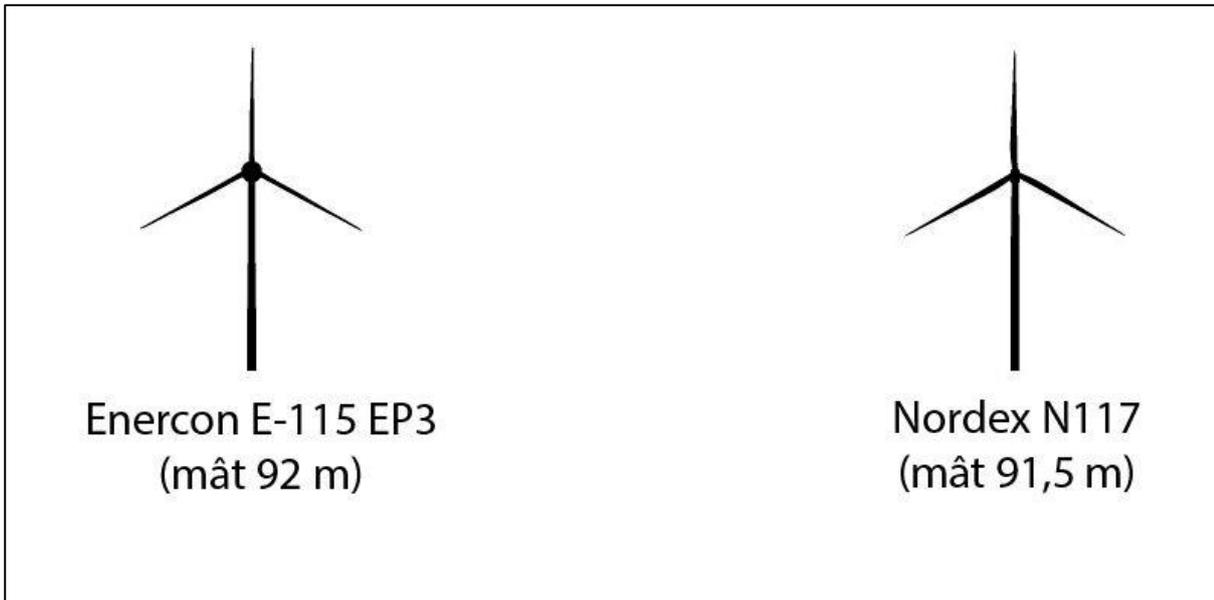


Figure 4 : Silhouettes des différents modèles éoliens envisagés pour le projet de Boussu (source : CSD, 2022).

Sur base de cette figure, il n'apparaît aucune différence notable d'allure entre les deux modèles.

La seule différence à pointer ici est la forme de la nacelle, à savoir une génératrice saillante en forme d'anneau. Une étude paysagère a été réalisée par le bureau Ater Environnement à propos de cette génératrice. Il en ressort que la perception de cette différence s'atténue avec la distance : nettement perceptible jusqu'à 500 m, notable mais perception des volumes quasiment identique jusqu'à 1 km, perceptible seulement de profil jusqu'à 2 km, imperceptible au-delà de 2 km. À l'arrière de cette génératrice, la forme de la nacelle est rectangulaire, comme les autres constructeurs.

La distance existante entre le projet et les parcs éoliens existants, autorisés ou à l'instruction des environs (plus de 2,4 km) n'amène pas l'auteur d'étude à formuler de recommandation à ce niveau. Concernant les projets de parcs éoliens à l'étude, compte tenu de l'introduction (éventuelle) de leur demande de permis ultérieurement à celle du projet étudié, il reviendra à l'auteur de leur étude d'incidences sur l'environnement d'éventuellement faire une recommandation quant au choix du modèle.

Par souci de comparaison et d'évaluation, les photomontages 10, 16, 23 et 24 de l'EIE du 03.11.2021 ont été reproduits avec le modèle d'éolienne Enercon E115 EP3 E3 avec un mât de 92 m de haut et un rotor de 115,7 m de diamètre, soit le nouveau modèle envisagé par le demandeur afin de pouvoir appréhender l'intégration du projet, avec une silhouette différente (rotors différents), dans le paysage local.

► Voir PHOTOMONTAGES 30 à 33

#### 4.1.2 Incidences paysagères liées à la fondation Enercon (partie hors sol)

La mise en place de la fondation du modèle Enercon dépassant le niveau du terrain naturel d'environ 1,1 m s'intègre globalement de manière favorable au sein du paysage local ponctué localement par un micro-relief associé à des éléments naturels. La mise en place de cette fondation hors sol ne sera pas perçue comme un élément visuel émergent et isolée au sein du site. La végétalisation de ce coffrage contribuera à son intégration et ne modifiera dès-lors pas notablement la perception (bocagère) générale du site.

#### 4.1.3 Conclusions

Le demandeur propose deux modèles distincts dans le cadre de cette étude. Il s'agit de la Nordex N117 et de l'Enercon E115 EP3 E3. En raison de la valeur identique de leur ratio « diamètre rotor/hauteur totale » (0,78 et 0,77), la perception générale des éoliennes depuis l'ensemble des points de vue sera identique. Aussi le choix n'aura aucune incidence paysagère notable.

La seule différence à pointer ici est la forme de la nacelle de l'Enercon, possédant un disque à l'arrière des pales, alors que celle du modèle Nordex est complètement rectangulaire. Cette différence ne sera toutefois perceptible qu'en dessous de 2 km.

Dans le présent complément une analyse complémentaire a concerné les habitations situées entre 600 m (soit 4 x la hauteur totale des éoliennes) et 1 km. Il en ressort que la modification du cadre paysager de ces habitations sera similaire à celle présentée de l'EIE du 03.11.2021. Tout autre résultat d'analyse d'incidences liée au chapitre 4.6 de l'EIE du 03.11.2021 est inchangé (impact sur le paysage et impact sur le patrimoine).

La mise en place de la fondation du modèle Enercon dépassant le niveau du terrain naturel s'intègre globalement de manière favorable au sein du paysage local (coffrage végétalisé) ponctué par un micro-relief associé à des éléments naturels.

#### 4.1.4 Recommandations

En plus des recommandations de l'EIE du 03.11.2021, l'auteur d'étude recommande de :

- Végétaliser le coffrage qui recouvre la partie de la fondation hors sol du modèle Enercon

## 4.2 Environnement sonore et vibrations

Ce chapitre fait l'objet d'une actualisation des incidences acoustiques dans le cadre de ce complément étant donné la prise en compte d'un nouveau modèle d'éolienne depuis la rédaction de l'EIE du 03.11.2021.

### 4.2.1 Incidences en phase d'exploitation

#### 4.2.1.1 Puissance acoustique des éoliennes à l'émission

Un nouveau modèle d'éolienne est considéré dans le cadre de ce complément. Les fiches techniques reprenant les données acoustiques complètes de ce nouveau modèle figurent en annexe.

► Voir ANNEXE BB : Courbes d'émission acoustique du modèle d'éoliennes

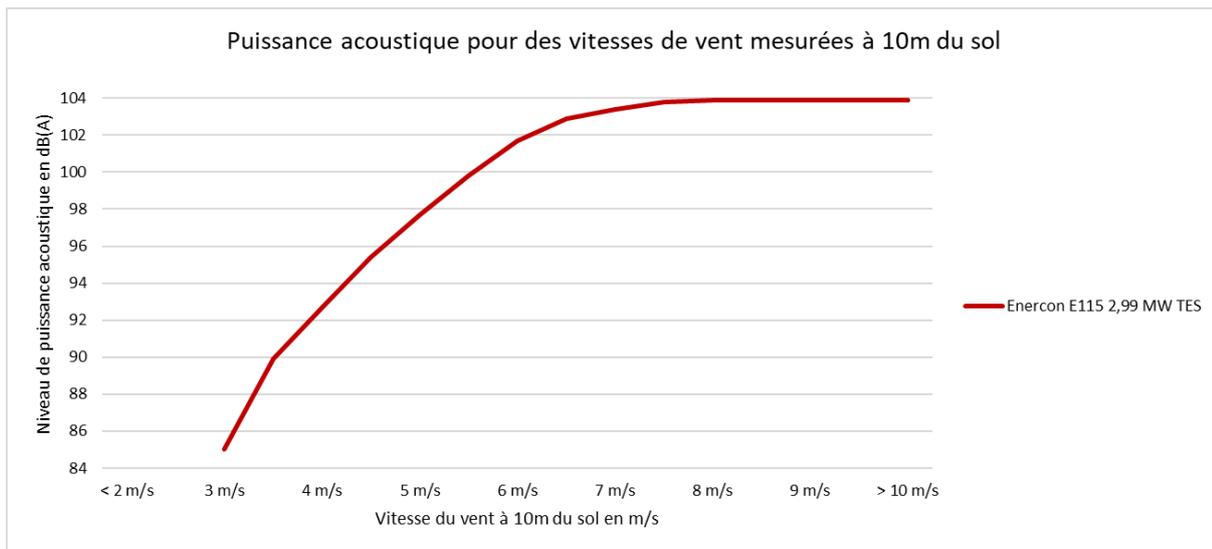


Figure 5 : Puissance acoustique des modèles d'éoliennes considérés en fonction de la vitesse de vent à 10 m du sol (source : constructeurs).

La figure ci-dessus permet de constater que la puissance acoustique des éoliennes augmente avec la vitesse du vent pour atteindre un maximum à une vitesse de vent de 7 à 8 m/s. Au-delà de cette vitesse caractéristique, la puissance acoustique ne croît plus, ce qui s'explique par le fait que l'éolienne a atteint sa vitesse de rotation nominale.

Les conditions sectorielles impliquent une vérification des valeurs limites de bruit dans des conditions maximalistes de fonctionnement, c'est-à-dire lorsque les éoliennes atteignent leur puissance acoustique maximale. Le tableau suivant reprend la puissance acoustique maximale atteinte pour le nouveau modèle, quelle que soit la vitesse du vent. Il s'agit des valeurs à considérer pour les calculs prévisionnels à l'immission.

Tableau 2 : Puissance acoustique maximale du modèle d'éoliennes considéré (source : constructeurs).

Modèle	Puissance nominale [kW]	Hauteur moyen [m]	Diamètre rotor [m]	Puissance acoustique maximale L <sub>WA max</sub> [dB]
Enercon E115 EP3	2.990	92	115	<b><u>103,9</u></b>

Par ailleurs, en ce qui concerne l'influence de la vitesse du vent sur le bruit particulier d'une éolienne au point d'immission, il convient de rappeler que le bruit correspond à une énergie qui se déplace dans l'atmosphère sous forme d'ondes sonores. La vitesse du vent n'influence pas l'énergie de l'onde sonore (c.à.d. son amplitude). Tout au plus, elle augmente légèrement la vitesse de propagation du bruit, mais cela n'a aucune influence sur l'amplitude de l'onde et donc sur le niveau sonore au point d'immission.

Compte tenu de ce qui précède, il n'est donc pas nécessaire de procéder à des modélisations acoustiques pour des vitesses de vent supérieures à celle correspondant à la puissance acoustique maximale de l'éolienne.

## 4.2.1.2 Modélisation des niveaux sonores à l'immission

### Méthode de calcul

La méthode de calcul utilisé dans le présent complément est identique à celle présentée dans l'EIE du 03.11.2021.

Les résultats des calculs sont représentés sous forme de :

- tableaux reprenant les niveaux d'immission au droit de chaque récepteur, avec indication des éventuels dépassements des valeurs limites.
- cartes reprenant les courbes isophones, avec indication des isophones correspondant aux valeurs limites à considérer en période nocturne (cas critique).

La méthodologie retenue permet de caractériser l'impact acoustique du projet dans son environnement et, dès lors, d'identifier les éventuelles mesures d'atténuation/correctrices qui doivent être mises en œuvre.

### Points de calcul (récepteurs)

Pour rappel, afin de vérifier le respect des valeurs limites, 41 récepteurs (points de calcul) sont définis dans un rayon de 1.200 m depuis les éoliennes projetées. Ces récepteurs sont identiques à ceux présentés dans l'EIE du 03.11.2021. Au-delà de cette distance et dans le cas présent, le respect des valeurs limites réglementaires est garanti. Les récepteurs sont placés en limite des zones d'habitat proches ou au droit des habitations les plus proches situées en dehors des zones urbanisables du plan de secteur. Le positionnement de ces récepteurs est représentatif de la situation de l'ensemble des riverains proches.

Les caractéristiques de ces récepteurs sont données dans le tableau suivant et leur localisation est illustrée sur les cartes acoustiques.

► Voir CARTE n°10a : Immissions sonores

Tableau 3 : Récepteurs (points de calcul) considérés pour les modélisations acoustiques.

N°	Localisation	Plan de secteur <sup>1</sup>	Type <sup>2</sup>	Coordonnées Lambert 72		Hauteur [m]
				X	Y	
R1	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	106802	127126	28
R2	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	107062	127099	27
R3	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	107107	127144	26
R4	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	107133	127220	26
R5	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	107236	127193	26
R6	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	107326	127280	26
R7	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	107389	127262	25
R8	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZHCR	DTU	107590	127416	26
R9	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZA	Habitation	107644	127286	26
R10	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZHCR	Habitation	107682	127349	27
R11	Saint-Ghislain, rue des Bats	ZHCR	DTU	107779	127447	26
R12	Saint-Ghislain, rue des Anglais	ZHCR	DTU	107913	127441	27
R13	Saint-Ghislain, rue des Anglais	ZA	Habitation	108042	127362	28
R14	Saint-Ghislain, rue des Anglais	ZA	Habitation	108094	127358	27
R15	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	ZHCR	DTU	108207	127429	29
R16	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	ZHCR	DTU	108277	127440	29
R17	Saint-Ghislain, rue de Boussu	ZHCR	DTU	108498	127086	26

N°	Localisation	Plan de secteur <sup>1</sup>	Type <sup>2</sup>	Coordonnées Lambert 72		Hauteur [m]
				X	Y	
R18	Saint-Ghislain, rue de Boussu	ZHCR	DTU	108609	127060	25
R19	Boussu, rue des Herbières	ZHCR	DTU	108636	126834	27
R20	Boussu, rue des Herbières	ZA	Habitation	108609	126783	27
R21	Boussu, rue des Herbières	ZHCR	DTU	108770	126602	27
R22	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	ZA	Habitation	108897	126090	28
R23	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	ZHCR	DTU	109060	126072	28
R24	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZHCR	DTU	108989	125921	27
R25	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108760	125839	26
R26	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Carrière	108691	125812	26
R27	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108606	125649	26
R28	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108488	125697	27
R29	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108417	125657	26
R30	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108286	125594	25
R31	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108201	125611	26
R32	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108134	125606	25
R33	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	108035	125659	26
R34	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	107945	125571	26
R35	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	107888	125677	26
R36	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	107849	125634	25
R37	Boussu, rue Joseph Tamigniau	ZA	Habitation	107811	125704	26
R38	Hensies, rue d'Hainin	ZA	Habitation	107420	125742	27
R39	Hensies, rue d'Hainin	ZF	Habitation	107352	125757	28
R40	Hensies, rue des Sarts	ZA	Habitation	107261	126384	26
R41	Hensies, rue du Bois	ZHCR	DTU	107085	125306	30

<sup>1</sup> ZHCR : zone d'habitat à caractère rural ; ZA : zone agricole ; ZF : zone forestière

<sup>2</sup> DTU : Dernier Terrain Urbanisable

**Interprétation des résultats des modélisations au regard des conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021) pour le projet en mode normal (sans bridage)**

Pour l'analyse au regard des conditions sectorielles définies par l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 relatives aux parcs d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à 0,5MW, il est considéré que le projet de Boussu constitue un établissement distinct qui doit, seul, respecter les valeurs limites. Les parcs voisins constituent d'autres établissements distincts, soumis eux aussi au respect des valeurs limites des conditions sectorielles.

Le tableau suivant reprend, pour chaque modèle d'éolienne envisagé, les niveaux de bruit maximums attendus aux différents points d'immission, calculés en mode de fonctionnement normal (sans bridage) associés au projet éolien.

Il est utile de préciser qu'il s'agit de niveaux maximums atteints uniquement pendant une période limitée de l'année (de l'ordre de 10%, les éoliennes ne fonctionnant pas constamment à leur puissance sonore maximale) et ce principalement pendant les mois d'hiver qui sont les plus venteux.

Les niveaux particuliers supérieurs aux valeurs limites, toutes périodes confondues, sont repris en gras dans le tableau suivant.

Tableau 4 : Niveaux d'immission maximums prévisibles pour le projet seul en mode normal (sans bridage) – conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021)

N°	Localisation	Z.I. <sup>1</sup>	Niveaux maximum à l'immission en dB[A]
			E115 EP3 2,99 MW
R1	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	34,9
R2	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,7
R3	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,7
R4	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,1
R5	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,4
R6	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,9
R7	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,5
R8	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	36,9
R9	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,9
R10	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	37,9
R11	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	36,4
R12	Saint-Ghislain, rue des Anglais	I	36,2
R13	Saint-Ghislain, rue des Anglais	II	36,6
R14	Saint-Ghislain, rue des Anglais	II	36,3
R15	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	I	35,0
R16	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	I	34,5
R17	Saint-Ghislain, rue de Boussu	I	36,0
R18	Saint-Ghislain, rue de Boussu	I	35,2
R19	Boussu, rue des Herbières	I	36,4
R20	Boussu, rue des Herbières	II	37,0
R21	Boussu, rue des Herbières	I	36,2
R22	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	II	35,3
R23	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	I	33,5
R24	Boussu, rue Joseph Tamigniau	I	33,9

N°	Localisation	Z.I. <sup>1</sup>	Niveaux maximum à l'immission en dB[A]
			E115 EP3 2,99 MW
R25	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,0
R26	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,7
R27	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,4
R28	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,2
R29	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,5
R30	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,9
R31	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	39,8
R32	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	40,1
R33	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	41,7
R34	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	40,2
R35	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	42,3
R36	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	41,4
R37	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	42,8
R38	Hensies, rue d'Hainin	II	40,7
R39	Hensies, rue d'Hainin	II	40,3
R40	Hensies, rue des Sarts	II	<b>45,2</b>
R41	Hensies, rue du Bois	II	33,7

<sup>1</sup> Zone d'immission définie par les conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021).

La comparaison des niveaux sonores calculés aux valeurs limites définies par les conditions sectorielles permet de dresser le constat suivant :

- Périodes de jour, de transition et de nuit : le modèle Enercon E115 EP3 2,99 MW implique un dépassement de la valeur limite pour les trois périodes considérées au droit du récepteur R40.

Par conséquent, afin que le projet respecte les valeurs limites définies par l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021, un plan d'exploitation spécifique de certaines éoliennes doit être prévu, dont l'ampleur dépendra des caractéristiques acoustiques du modèle d'éolienne.

### **Interprétation des résultats des modélisations au regard des conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021) pour le projet en mode bridé**

Le bridage acoustique d'une éolienne consiste à diminuer la vitesse de rotation de ses pales en les faisant pivoter de manière à ce qu'elles offrent une plus faible prise au vent. Cela a pour effet de réduire la puissance acoustique de l'éolienne ainsi que la puissance électrique.

La majorité des constructeurs proposent aujourd'hui des modes de bridage standardisés de leurs éoliennes qui consistent en réalité en une programmation particulière du logiciel d'exploitation de la machine. Après obtention du permis, le constructeur retenu par le demandeur pourra optimiser le programme de bridage acoustique à appliquer aux éoliennes du présent projet, afin de limiter les pertes de production énergétiques tout en respectant les normes acoustiques en vigueur.

Les programmes de bridage qui seront, le cas échéant, nécessaires au respect des valeurs limites ont été évalués par l'auteur d'étude sur base des données techniques disponibles auprès des constructeurs concernés (calcul théorique).

Par ailleurs et conformément aux conditions sectorielles, l'exploitant sera tenu de faire réaliser par un laboratoire ou un organisme agréé une étude de suivi acoustique de l'établissement dans l'année suivant la première mise en service de l'établissement ou de son extension. Cette étude de suivi acoustique a pour objectif de vérifier le respect des normes en vigueur par le constructeur du modèle d'éoliennes retenu.

Concrètement, le plan d'exploitation suivant constitue un exemple qui permet de respecter les différentes valeurs limites d'immission :

Tableau 5 : Programmes de bridage pour le respect des valeurs limites d'immission définies par les conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021)

<b>Enercon E115 EP3 2,99 MW // <math>L_{WA,max} = 103,9</math> dB(A)</b>			
<b>N°</b>	<b>Jour</b>	<b>Transition</b>	<b>Nuit</b>
1	103,3 dB(A)	103,3 dB(A)	100,4 dB(A)
2	Pas de bridage	Pas de bridage	101,4 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	Pas de bridage

Les fiches techniques des différents modes de bridages sont présentées en annexe.

- ▶ Voir ANNEXE BB : Courbes d'émission acoustique du modèle d'éoliennes

Les résultats des modélisations sont illustrés sur la carte suivante sous forme de courbes iso-phones pour l'ensemble du périmètre d'étude. Y est présenté le modèle étudié pour la période nocturne une fois les programmes de bridages définis ci-dessus appliqués.

- ▶ Voir CARTE 10a : Niveaux sonores à l'immission

Le tableau suivant reprend les niveaux à l'immission calculés pour le modèle considéré après application du plan d'exploitation définis ci-dessus.

Tableau 6 : Niveaux d'immission maximums prévisibles pour les éoliennes projetées en mode bridé – conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021)

<b>N°</b>	<b>Localisation</b>	<b>Z.I.<sup>1</sup></b>	<b>Niveaux maximum à l'immission en dB[A]</b>		
			<b>Jour lim. 45 dB(A)</b>	<b>Transition lim. 45/43 dB(A)</b>	<b>Nuit lim. 43 dB(A)</b>
R1	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	34,5	34,5	32,3
R2	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,3	37,3	35,0
R3	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,3	37,3	35,0
R4	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	36,8	36,8	34,5
R5	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,0	38,0	35,6
R6	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,5	37,5	35,2
R7	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,1	38,1	35,8
R8	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	36,5	36,5	34,3
R9	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,5	38,5	36,2
R10	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	37,5	37,5	35,3
R11	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	36,1	36,1	33,9
R12	Saint-Ghislain, rue des Anglais	I	35,8	35,8	33,8
R13	Saint-Ghislain, rue des Anglais	II	36,2	36,2	34,3

N°	Localisation	Z.I. <sup>1</sup>	Niveaux maximum à l'immission en dB[A]		
			Jour lim. 45 dB(A)	Transition lim. 45/43 dB(A)	Nuit lim. 43 dB(A)
R14	Saint-Ghislain, rue des Anglais	II	36,0	36,0	34,1
R15	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	I	34,7	34,7	32,9
R16	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	I	34,3	34,3	32,4
R17	Saint-Ghislain, rue de Boussu	I	35,7	35,7	34,2
R18	Saint-Ghislain, rue de Boussu	I	35,0	35,0	33,5
R19	Boussu, rue des Herbières	I	36,3	36,3	35,0
R20	Boussu, rue des Herbières	II	36,9	36,9	35,6
R21	Boussu, rue des Herbières	I	36,0	36,0	34,9
R22	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	II	35,2	35,2	34,2
R23	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	I	33,4	33,4	32,4
R24	Boussu, rue Joseph Tamigniau	I	33,8	33,8	32,8
R25	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	35,9	35,9	35,1
R26	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,6	36,6	35,8
R27	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,3	36,3	35,5
R28	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,1	38,1	37,4
R29	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,4	38,4	37,7
R30	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,8	38,8	38,0
R31	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	39,7	39,7	39,0
R32	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	40,1	40,1	39,3
R33	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	41,6	41,6	40,9
R34	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	40,2	40,2	39,3
R35	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	42,3	42,3	41,4
R36	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	41,3	41,3	40,4
R37	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	42,7	42,7	41,8
R38	Hensies, rue d'Hainin	II	40,6	40,6	39,1
R39	Hensies, rue d'Hainin	II	40,2	40,2	38,6
R40	Hensies, rue des Sarts	II	45,0	45,0	42,6
R41	Hensies, rue du Bois	II	33,5	33,5	32,0

<sup>1</sup> Zone d'immission définie par les conditions sectorielles (arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021).

Les pertes de production induites par les programmes de bridage identifiés ci-dessus et permettant de respecter les valeurs limites de l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 ont été calculées par le bureau GreenPlug.

► Voir ANNEXE CC : Etude de productible

Elles sont reprises ci-dessous, pour l'ensemble du parc en projet et relativement à la production annuelle nette attendue : Enercon E115 EP3 2,99 MW : 0,8 %

## **Interprétation des résultats des modélisations au regard des conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002) pour le projet en mode normal (sans bridage)**

À titre informatif, l'analyse des résultats a également été réalisée au regard des conditions générales en annexe du présent complément.

- ▶ Voir ANNEXE DD : Modélisations acoustiques en considérant l'AGW conditions générales

## **Comparaison des niveaux de bruit particulier engendrés par le projet éolien aux niveaux de bruit ambiant observés en situation existante**

Les modélisations acoustiques réalisées sous les conditions sectorielles de l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 dans le cadre de l'étude d'incidences permettent de constater qu'en fonctionnement à puissance acoustique maximale, le projet engendrera des niveaux de bruit à l'immission inférieurs à 45 dB(A) en période de jour, inférieurs à 45/43 dB(A) en période de transition, et inférieurs à 43 dB(A) en période de nuit, le cas échéant moyennant l'application d'une optimisation acoustique.

Sur base des modélisations et de la mesure de bruit réalisée, l'auteur d'étude s'est livré à l'exercice de confronter les niveaux d'immissions du projet éolien à différentes vitesses de vent avec le bruit ambiant rencontré lors de la mesure sur site. Cette analyse est réalisée, pour les périodes de jour et de nuit, pour le modèle Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES.

La perception potentielle du projet éolien lorsque le parc éolien est en fonctionnement à puissance acoustique maximale par rapport à l'ambiance sonore générale sera définie comme suit :

- Pas perceptible : le bruit de l'éolienne n'émergera pas du bruit de fond actuel ;
- Peu perceptible : le bruit de l'éolienne se confondra avec le bruit de fond actuel ;
- Perceptible : le bruit de l'éolienne contribuera à l'environnement sonore au même titre que le bruit de fond actuel ;
- Identifiable : le bruit de l'éolienne deviendra la source de bruit principale de l'environnement sonore.

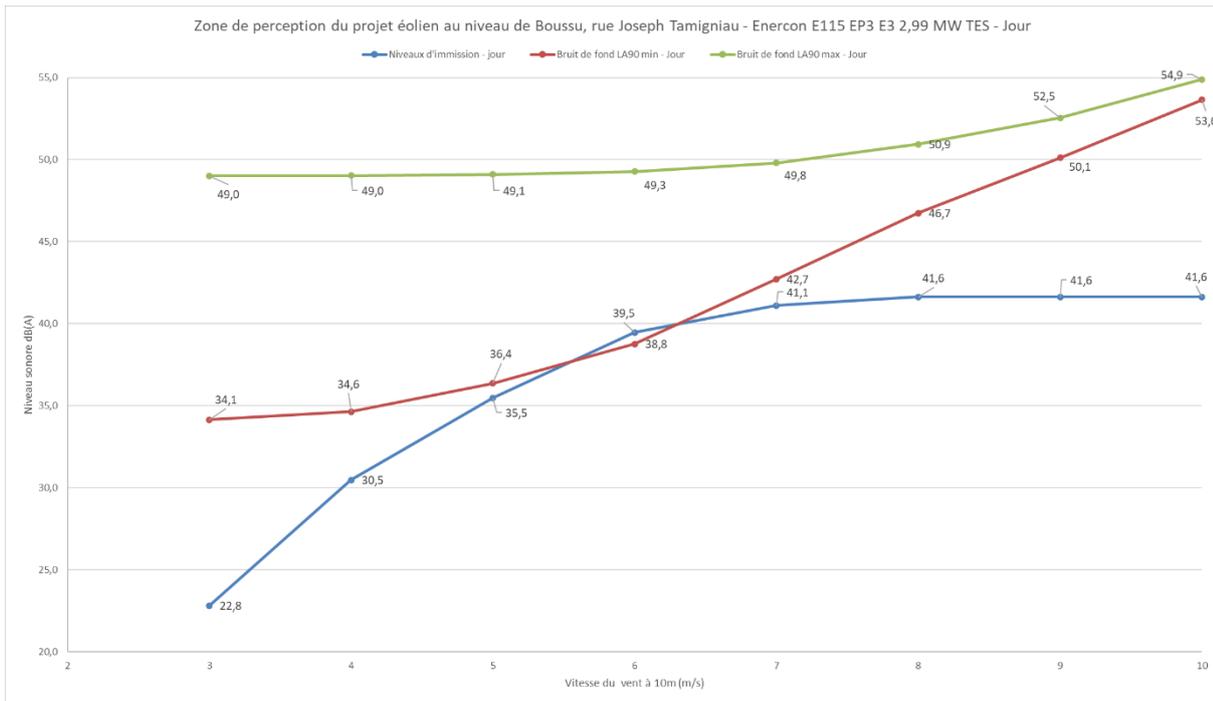


Figure 6 : Niveaux sonores du projet éolien et du bruit de fond (min et max) – Enercon E115 EP3 E3 TES - période de jour

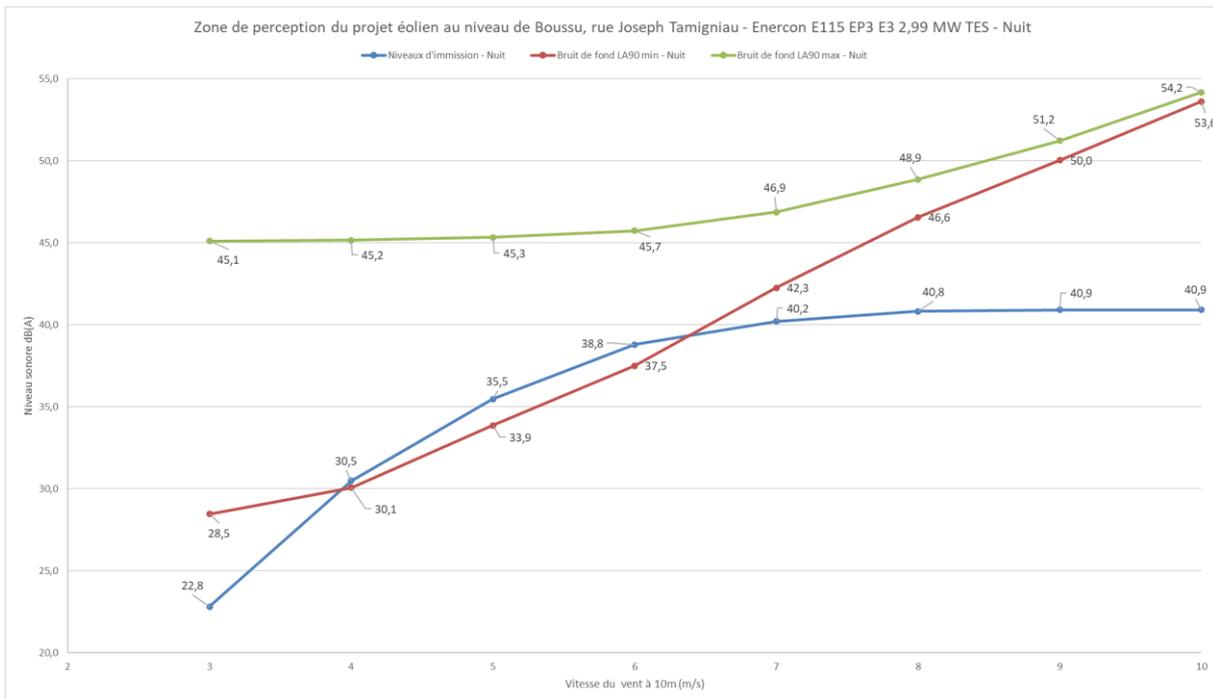


Figure 7 : Niveaux sonores du projet éolien et du bruit de fond (min et max) – Enercon E115 EP3 E3 TES - période de nuit

Sur base des graphiques ci-dessus, il est possible de constater que les éoliennes seront peu perceptibles en période de jour (uniquement pour des vitesses de vent autour de 6 m/s) et en période de nuit (uniquement pour des vitesses de vent de 4 à 6,5 m/s). Au-delà de ces vitesses, l'ambiance sonore existante viendra masquer le bruit éolien.

De manière générale, pour les récepteurs possédant une ambiance sonore similaire à celle rencontrée rue Joseph Tamigniau (R27 à R29, R31 à R33, R35 à R37 et R39), il est attendu que le projet éolien ne soit perceptible qu'uniquement en période nocturne à vitesse de vent intermédiaire.

Les habitations situées à proximité des axes autoroutiers sont aujourd'hui soumises à des niveaux de bruit de fond élevés. Le bruit de fond autoroutier rendra donc le bruit des éoliennes non perceptible. Cet état de fait est confirmé par des observations réalisées sur des sites éoliens existants localisés à proximité d'une autoroute (exemple : parcs de Perwez, Dausoulx et Villers-le-Bouillet).

Si, dans certaines conditions météorologiques, la réalisation du projet peut engendrer une modification de l'ambiance sonore actuellement connue par les riverains, l'impact est toutefois jugé limité.

#### 4.2.2 Conclusions

Les modélisations acoustiques réalisées pour des éoliennes de type Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES indiquent un dépassement des valeurs limites acoustiques des conditions sectorielles de 2021 pour toutes les périodes au droit du récepteur R40 (Saint-Ghislain, rue des Sarts).

Par conséquent, un programme de bridage adéquat doit être prévu pendant les périodes de jour, transition et nuit, afin de garantir le respect des valeurs limites acoustiques des conditions sectorielles. Sur base des données communiquées par le constructeur et des modélisations acoustiques, cet objectif est réalisable mais induit une perte de production de 0,8%.

Conformément aux conditions sectorielles, l'auteur d'étude recommande de réaliser le suivi acoustique post-implantation au droit des habitations de la rue de Sarts à Hensies, de la rue des Bats à Saint-Ghislain et de la rue Joseph Tamigniau à Boussu. L'objectif est de confirmer le respect des normes en vigueur par le constructeur du modèle d'éoliennes retenu.

#### 4.2.3 Recommandations

- Recommandations identiques à celles de l'EIE du 03.11.2021

## 4.3 Ombre mouvante

Ce chapitre fait l'objet d'une actualisation des incidences acoustiques dans le cadre de ce complément étant donné la prise en compte d'un nouveau modèle d'éolienne depuis la rédaction de l'EIE du 03.11.2021.

### 4.3.1 Cadre réglementaire

L'Arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 portant conditions sectorielles relatives aux parcs d'éoliennes d'une puissance totale supérieure ou égale à 0,5 MW définit au niveau des zones sensibles à l'ombre mouvante des seuils de tolérance de maximum 30 heures par an et 30 minutes par jour, précisant que les effets d'ombrage sont calculés selon le scénario de calcul le plus défavorable 'Worst case', c'est-à-dire sans prendre en compte les conditions météorologiques. Selon l'arrêté, une zone sensible à l'ombre mouvante est toute zone intérieure d'une construction autorisée dans laquelle soit une personne séjourne habituellement, soit exerce une activité régulière et qui subit un effet d'ombre mouvante.

D'autre part, le Cadre de référence du 11/07/2013 (document d'orientation) définit au niveau des habitations des seuils de tolérance de maximum 30 heures par an et 30 minutes par jour, précisant que les effets d'ombrage sont calculés selon le scénario de calcul de la situation probable qui prend en compte les conditions météorologiques (ensoleillement et vent).

La valeur limite quotidienne est applicable pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien générant une ombre sur un même point lors d'une même journée (ombrage simultané et/ou cumulatif). La valeur limite annuelle est applicable pour l'ensemble des éoliennes du parc éolien générant une ombre sur un même point tout au long de l'année (ombrage répétitif).

En cas de dépassement de ces valeurs seuils, un système d'arrêt temporaire des éoliennes générant la nuisance doit être mis en œuvre, sauf si l'ombre générée par le fonctionnement des éoliennes n'affecte pas les habitants au sein de leur logement.

### 4.3.2 Méthodologie

La méthodologie est identique à celle présentée dans l'EIE du 03.11.2021.

#### Récepteurs :

- Le récepteur est matérialisé par une baie vitrée d'une surface de 10 m<sup>2</sup> (largeur : 5 m et hauteur : 2 m) ;
- L'orientation du récepteur est omnidirectionnelle de manière à être toujours perpendiculaire aux rayons du soleil ;
- Le récepteur est perpendiculaire au sol et sa base est placée à 1 m du niveau du sol ;
- La situation est ainsi établie pour une personne présente dans une pièce du rez-de-chaussée dotée d'une baie vitrée.

Les tableaux suivants reprennent les paramètres météorologiques utilisés pour la situation probable uniquement.

Tableau 7 : Heures de fonctionnement des éoliennes en fonction de la direction des vents (cas de figure du modèle Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES).

N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSO	OSO	O	ONO	NNO
476	608	630	562	509	618	827	1.056	1.186	1.011	703	515

Tableau 8 : Ensoleillement mensuel moyen en heure par jour.

Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1,73	3,04	3,77	5,42	6,72	6,47	6,55	6,53	5,25	3,96	2,43	1,56

## Portée maximale :

Le tableau ci-dessous reprend les caractéristiques du modèle étudié dans le cadre de ce complément.

Tableau 9 : Caractéristiques du modèle envisagé.

Modèle	Puissance nominale [kW]	Diamètre rotor [m]	Hauteur moyeu [m]	Tour/min	Diamètre des pales max/90%	Portée maximale de l'ombre (m)
Enercon E115 EP3 E3	2.990	115,0	92,0	13,2	3,60 / 1,17	1.622

Sur base des résultats obtenus par la modélisation en scénario 'worst case' (cas de figure le plus défavorable), en cas de dépassement des seuils de tolérance de 30 h/an et 30 min/jour (définis par l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 portant conditions sectorielles), une analyse au cas par cas est réalisée afin de vérifier les hypothèses posées au niveau des zones sensibles à l'ombre mouvante : taille et orientation effectives des ouvertures vitrées, présence d'obstacles visuels, etc. Sur cette base, les incidences potentielles du projet en termes d'ombrage sont précisées et les mesures nécessaires au respect des seuils de tolérance sont recommandées.

Les résultats de la modélisation pour le scénario 'situation probable' permettent, quant à eux, d'estimer de manière plus réaliste, en fonction des statistiques météorologiques, les incidences probables en termes d'ombrage pour les riverains.

### 4.3.3 Résultats des modélisations

Le tableau ci-dessous reprend les durées d'exposition annuelle et journalière pour les scénarios 'worst case' et 'situation probable', calculées au niveau des zones sensibles à l'ombre mouvante les plus proches du projet. Ils sont établis pour le modèle d'éolienne considéré dans le cadre de ce complément (Enercon E115 EP3 E2 2,99 MW TES).

Les résultats obtenus en termes d'exposition journalière et annuelle pour la 'situation worst case' avec le modèle E115 EP3 E3 2,99 MW TES sont également illustrés sur les cartes suivantes :

► Voir CARTES 9a et 9b : Ombrage journalier et annuel

Tableau 10 : Durées d'exposition à l'ombre mouvante pour les scénarios 'situation probable' et 'worst case' avec le modèle d'éoliennes Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES

Récepteur	Localisation	Situation probable		Worst case	
		Exposition journalière [minutes]	Exposition annuelle [heures]	Exposition journalière [minutes]	Exposition annuelle [heures]
R1	Saint-Ghislain, rue des Bats	6	6	31	39
R2	Saint-Ghislain, rue des Bats	6	9	42	65
R3	Saint-Ghislain, rue des Bats	6	6	40	43
R4	Saint-Ghislain, rue des Bats	6	5	45	41
R5	Saint-Ghislain, rue des Bats	0	0	0	0
R6	Saint-Ghislain, rue de Boussu	6	6	27	33
R7	Boussu, rue des Herbières	7	11	34	60

Récepteur	Localisation	Situation probable		Worst case	
		Exposition journalière [minutes]	Exposition annuelle [heures]	Exposition journalière [minutes]	Exposition annuelle [heures]
R8	Boussu, rue des Herbières	6	8	31	35
R9	Boussu, rue des Herbières	7	7	30	27
R10	Boussu, rue des Herbières	7	6	30	27
R11	Boussu, rue des Herbières	6	5	25	19
R12	Boussu, rue des Herbières	6	4	24	16
R13	Boussu, rue des Herbières	7	5	30	17
R14	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	10	7	38	26
R15	Boussu, rue Joseph Tamigniau	9	10	35	39
R16	Boussu, rue Joseph Tamigniau	9	12	37	47
R17	Hensies, rue de la Haine	7	4	25	14
R18	Saint-Ghislain, rue des Sarts	14	15	60	66
<b>Seuils de tolérance de l'AGW des conditions sectorielles</b>		/	/	30	30
<b>Seuils de tolérance du Cadre de référence 2013</b>		30	30	/	/

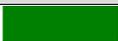
## Interprétation des résultats au regard des conditions sectorielles de 2021

En considérant les résultats de la modélisation pour le scénario 'worst case' de l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 portant conditions sectorielles, des dépassements des seuils d'exposition de 30 min/jour et 30 h/an pourraient apparaître au niveau :

- des habitations situées rue des Bats à Saint-Ghislain (R1 à R4) au nord du projet ;
- de l'habitation située rue de Boussu à Saint-Ghislain (R6) et des habitations situées rue des Herbières à Boussu (R7 et R8) à l'est du projet ;
- de l'habitation située rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre (R14) et des habitations situées rue Joseph Tamigniau (R15 et R16) à Boussu au sud-est du projet ;
- de l'habitation située rue des Sarts à Saint-Ghislain (R18) à l'ouest du projet.

Rappelons toutefois qu'il s'agit d'une analyse très maximaliste, ne tenant compte ni des conditions météorologiques, ni des obstacles bâtis ou naturels, ni de la configuration réelle des habitations étudiées (orientation, façade exposée ...). Afin d'évaluer le niveau de nuisance potentielle, une analyse détaillée des zones sensibles à l'ombre mouvante concernées par un dépassement en scénario 'worst case' est réalisée ci-dessous. Sur chaque extrait de la carte n°9a, une flèche bleue symbolisera le sens de propagation de l'ombre de la ou des éoliennes principalement à l'origine du phénomène vers les zones sensibles aux ombres mouvantes concernées. Sur les graphiques suivants, la participation de chaque éolienne sera symbolisée par une couleur comme suit :

Tableau 11: Couleurs associées aux contributions des éoliennes à l'ombre mouvante

Éolienne	Couleur
1	
2	

Les calendriers graphiques ci-dessous reprennent sur une année type les heures de lever et coucher de soleil (lignes continues) et les périodes durant lesquelles un effet d'ombre mouvante associé à une éolienne pourrait apparaître au niveau d'un récepteur.

Saint-Ghislain, rue des Bats (R1 à R4)

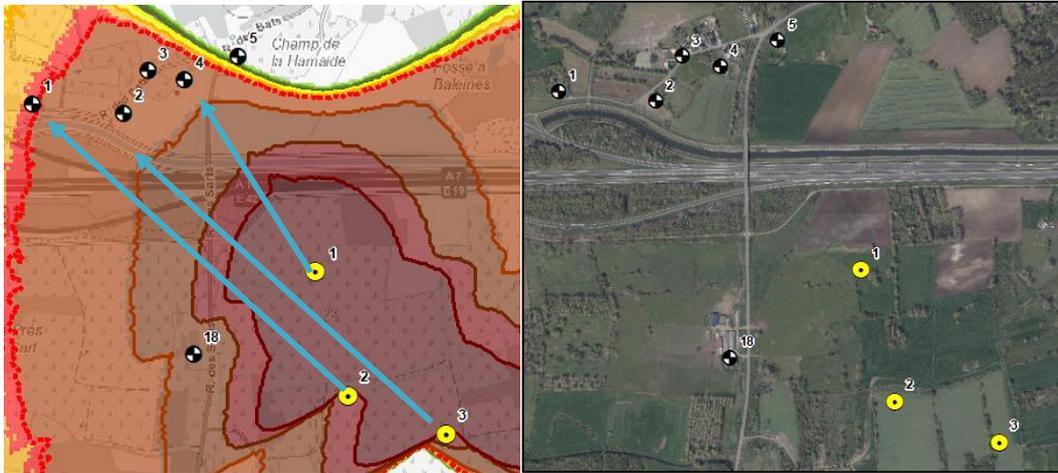


Figure 8 : Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue des Bats à Saint-Ghislain (Sources : CSD et WalOnMap)

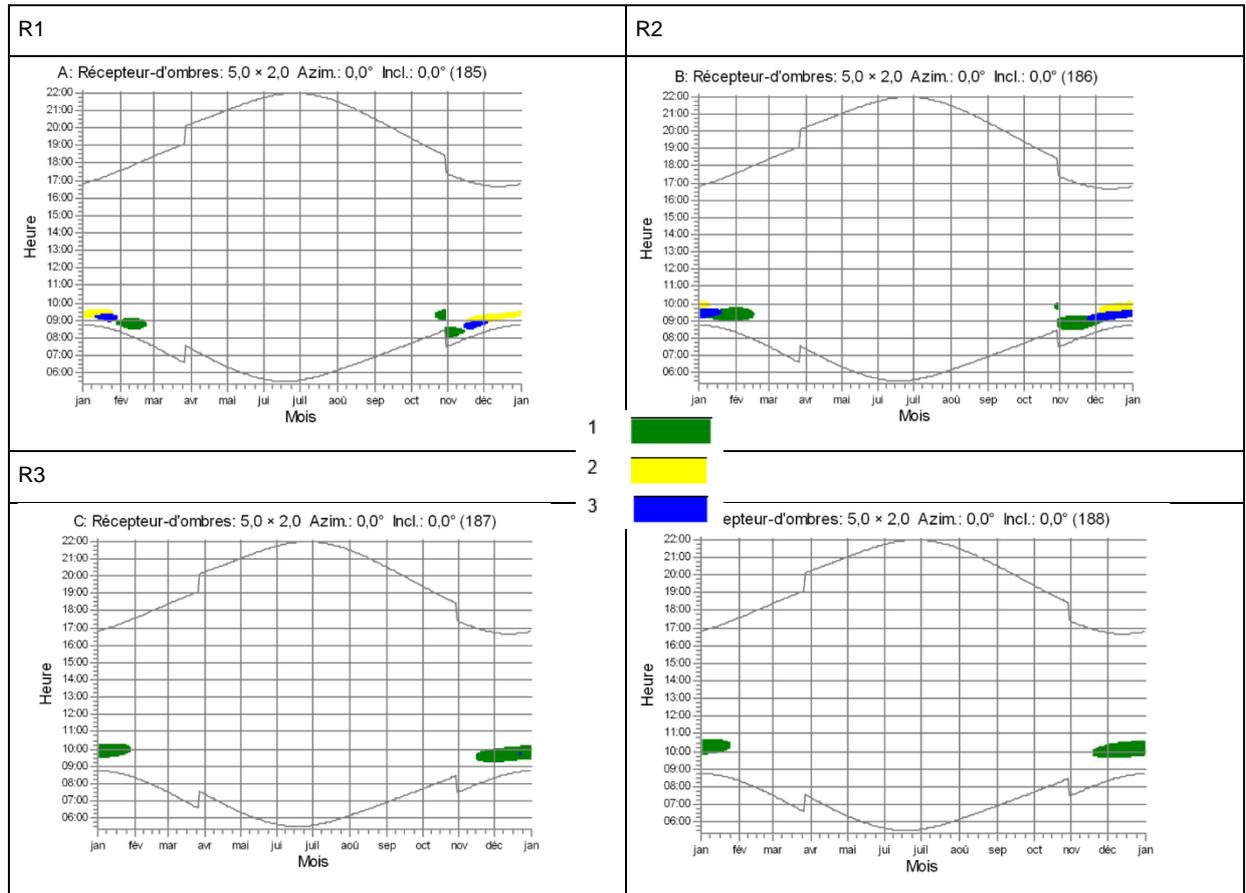


Figure 9 : Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante des récepteurs R1 à R4

Au niveau de la partie ouest de la rue des Bats (R1 et R2), un ombrage cumulatif continu et répétitif dû aux éoliennes n°1, 2 et 3 est attendu en début de journée de fin octobre à fin février.

Au niveau des récepteurs R3 et R4, en début de journée, uniquement l'éolienne n°1 générera un ombrage de mi-novembre à fin janvier.

Le massif boisé présent dans l'échangeur situé devant les habitations pourra agir comme un écran naturel efficace à la propagation de l'ombre, en particulier pour les récepteurs R1 et R2 qui sont impactés par les 3 éoliennes du projet. Cela pourra diminuer la durée d'exposition journalière et annuelle au droit de ce groupement de récepteurs.

## Saint-Ghislain, rue de Boussu (R6) et Boussu, rue des Herbières (R7 et R8)

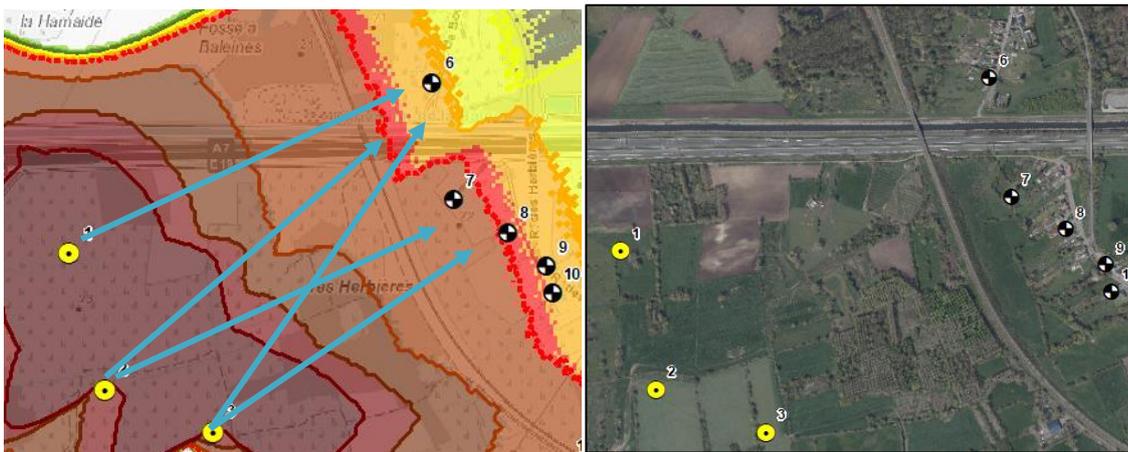


Figure 10 : Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue de Boussu et de la rue des Herbières (Sources : CSD et WalOnMap)

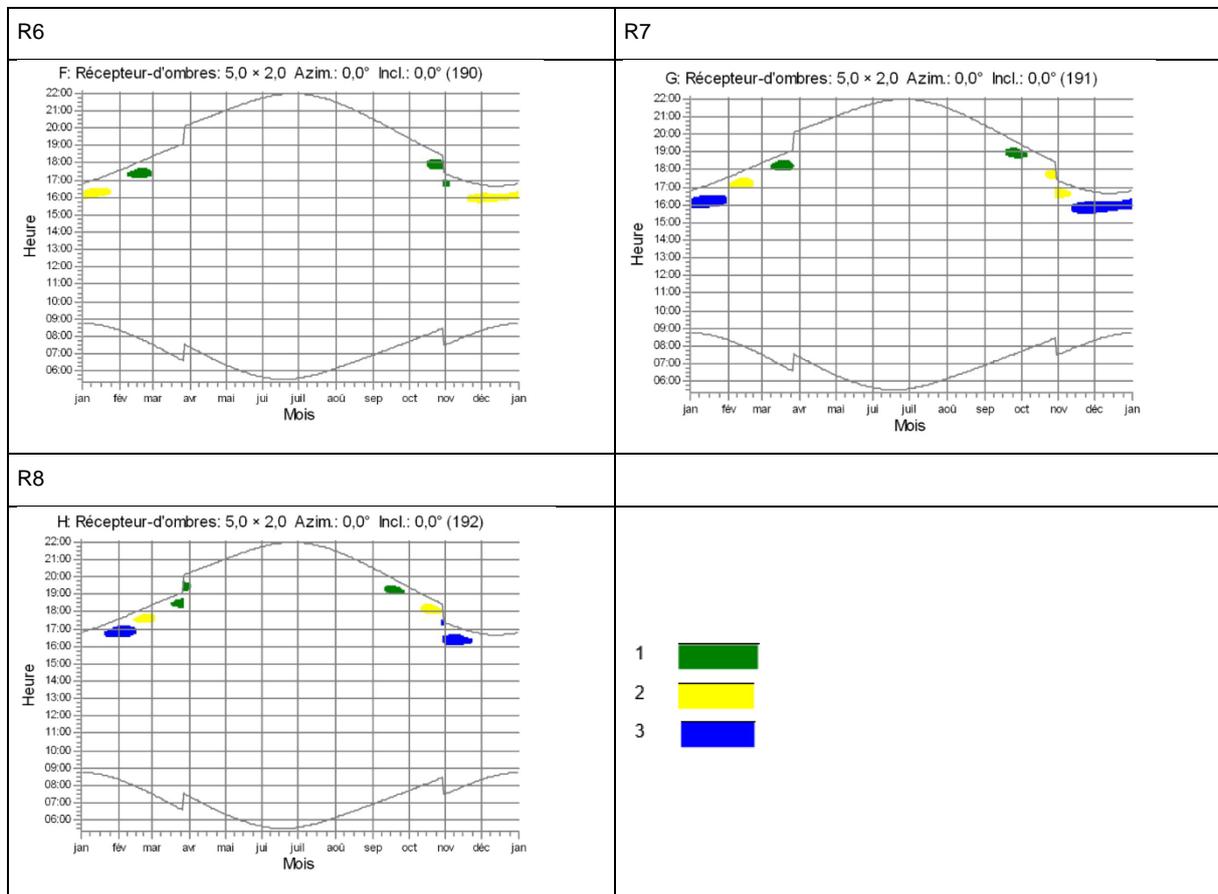


Figure 11 : Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante des récepteurs R6 à R9

Au niveau de la rue de Boussu (R6), un ombrage répétitif majoritairement dû à l'éolienne n°1 est attendu en février et en octobre en fin de journée, de même qu'un ombrage continu dû à l'éolienne n°2 de mi-novembre à fin janvier.

Au niveau de la rue des Herbières (R8), un ombrage cumulatif continu et répétitif dû aux éoliennes n°1, 2 et 3 est attendu en fin de journée durant les mois de janvier à mars, puis de mi-septembre à fin novembre. L'habitation symbolisée par le récepteur R7 peut en plus être impactée par l'ombre portée de l'éolienne n°3 durant le mois de décembre.

Le massif boisé situé entre les éoliennes et ces habitations permettra toutefois de réduire l'exposition au phénomène d'ombre mouvante en ces points.

Boussu, rue du chemin de fer Hainaut-Flandre (R14) et rue Joseph Tamigniau (R15 et R16)

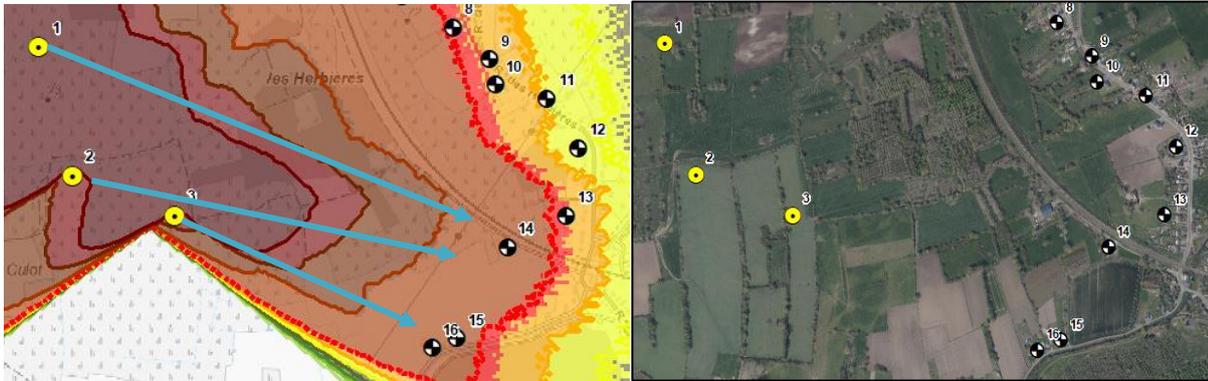


Figure 12 : Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue du chemin de fer Hainaut-Flandre et de la rue Joseph Tamigniau (Sources : CSD et WalOnMap)

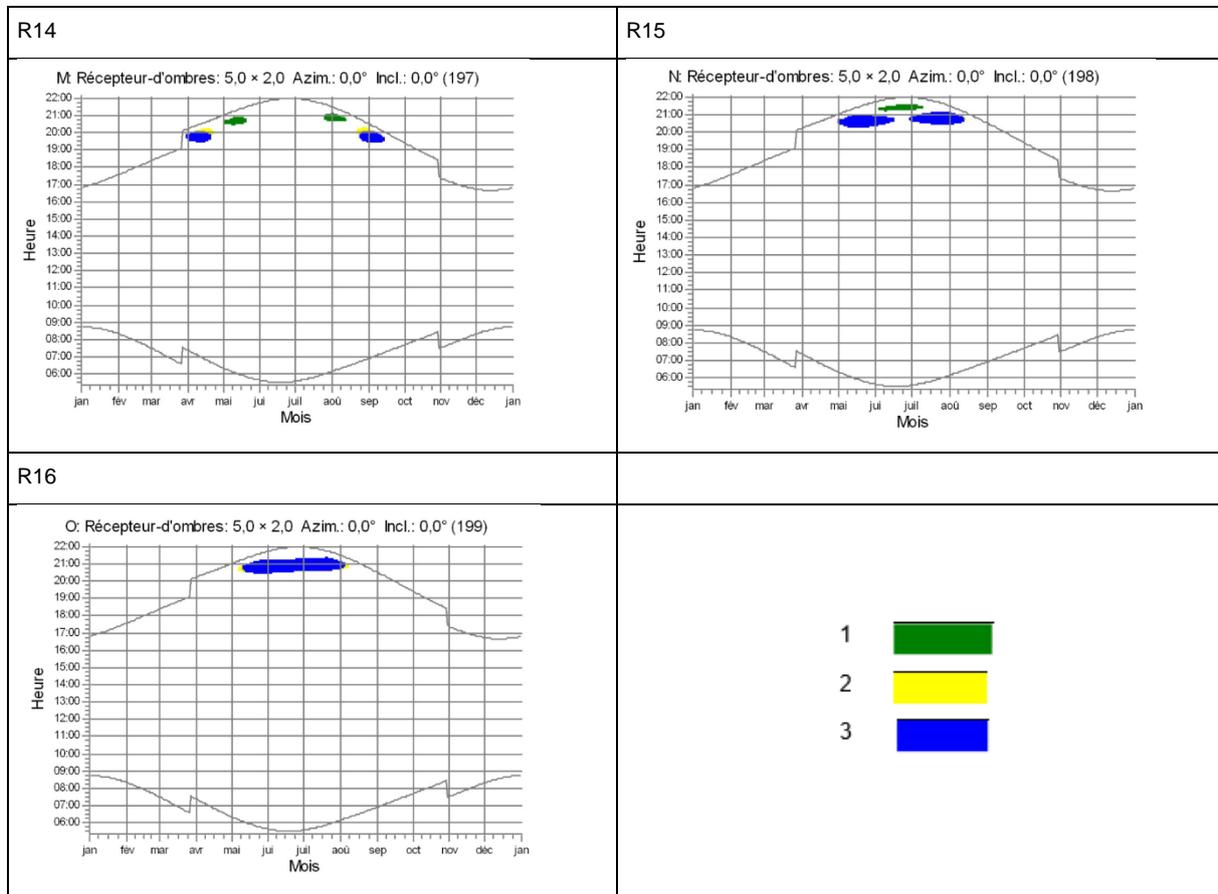


Figure 13 : Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante des récepteurs R14 à R16

Au niveau de la rue du chemin de fer Hainaut-Flandre (R14), un ombrage répétitif dû aux éolienne n°1 ; 2 et 3 est attendu en fin de journée, d'avril à mai, puis entre fin juillet et mi-septembre.

Au niveau de la rue Joseph Tamigniau (R15), l'éolienne n°1 générera un ombrage continu de début juin à début juillet en fin de journée. L'éolienne n°3 en fera de même de début mai à mi-juin, puis de début juillet à début août. L'entité subira donc un ombrage simultané dû aux éoliennes n°1 et n°3.

Au droit du récepteur R16, l'éolienne n°3 générera un ombrage continu de début mai à début août en fin de journée.

Le massif boisé situé entre les éoliennes et ces habitations pourra agir comme un écran naturel efficace à la propagation de l'ombre et permettra toutefois de réduire l'exposition au phénomène d'ombre mouvante en ces points, en particulier pour le récepteur R15.

## Saint-Ghislain, rue des Sarts (R18)



Figure 14 : Extraits de la carte 9a et d'une vue aérienne au niveau de la rue des Sarts à Saint-Ghislain (Sources : CSD et WalOnMap)

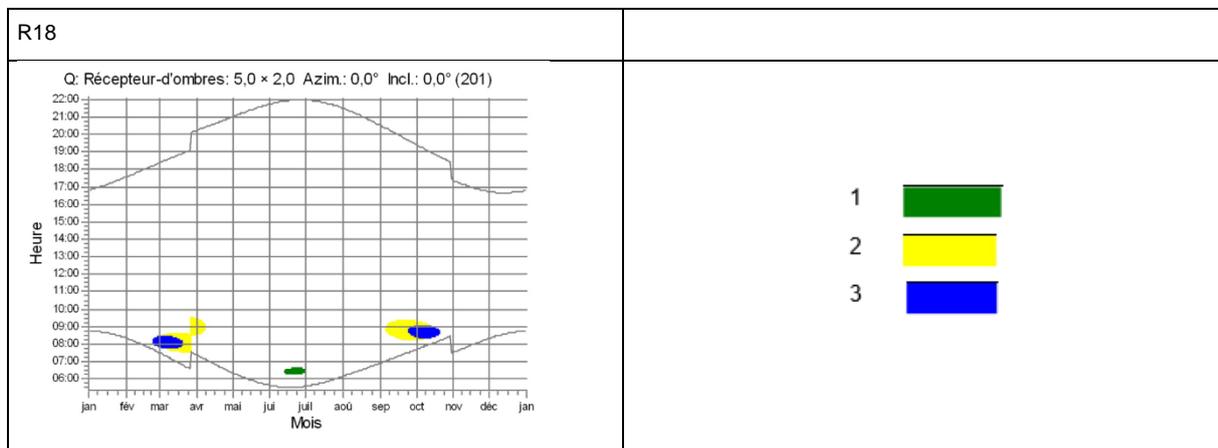


Figure 15 : Calendrier graphique d'exposition à l'ombre mouvante du récepteur R18.

Un ombrage dû à l'éolienne n°1 est attendu au niveau du récepteur R18 en début de journée, durant le mois de juin. Les éoliennes n°2 et 3 produiront un ombrage cumulatif, continu et répétitif de fin février à début avril et de début septembre à mi-octobre.

Le tableau suivant reprend un récapitulatif des zones sensibles à l'ombre mouvante potentiellement concernées par un dépassement des seuils d'exposition de 30 min/jour et 30 h/an (définis par l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 portant conditions sectorielles) pour le scénario 'worst case'.

Tableau 12 : Tableau récapitulatif des récepteurs potentiellement concernés par un ombrage en situation 'Worst Case'

Récepteurs	Localisation
R1 à R4	Saint-Ghislain, rue des Bats
R6 R7 et R8	Saint-Ghislain, rue de Boussu Boussu, rue des Herbières
R14 R15 et R16	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre Boussu, rue Joseph Tamigniau
R18	Saint-Ghislain, rue des Sarts

L'auteur d'étude recommande d'équiper toutes les éoliennes d'un module spécifique (*shadow module*) qui permet de garantir que les seuils de tolérance définis par les conditions sectorielles pourront être respectés en toute circonstance. À cette fin, la programmation du *shadow module* devra considérer en tant que points d'immission les lieux d'habitation précités.

Par ailleurs, l'auteur d'étude recommande au demandeur de constituer et tenir à la disposition de l'autorité compétente des rapports annuels d'exploitation permettant de prouver le respect des seuils réglementaires en vigueur, en enregistrant et croisant :

- les périodes effectives d'ensoleillement suffisant mesurées à l'aide des capteurs de rayonnements solaires installés sur les machines ;
- les périodes durant lesquelles les éoliennes sont susceptibles de pouvoir générer de l'ombre dans les zones sensibles à l'ombre mouvante (suivant la modélisation et la position relative des zones sensibles à l'ombre mouvante susceptibles d'être impactées par l'ombre mouvante) ;
- les périodes de fonctionnement des éoliennes (une éolienne qui ne tourne pas ne génère pas d'ombre mouvante).

Ces rapports permettraient à l'autorité compétente de contrôler le respect des valeurs limites d'exposition à l'ombre mouvante au niveau des zones sensibles à l'ombre mouvante.

### **Interprétation des résultats au regard du Cadre de référence de 2013**

En considérant les résultats de la modélisation pour le scénario 'situation probable' du Cadre de référence du 11 juillet 2013 (document d'orientation), aucun dépassement des seuils d'exposition de 30 min/jour et 30 h/an n'apparaissent au niveau des habitations riveraines.

Néanmoins, au vu de la gêne possible pour les riverains, l'auteur d'étude recommande d'équiper toutes les éoliennes d'un module spécifique (*shadow module*) permettant leur arrêt si des problèmes répétés étaient constatés pour les habitations soumises à des dépassements des seuils de 30 heures par an et/ou de 30 minutes par jour en situation 'Worst case' (cf. analyse au regard des conditions sectorielles de 2021 ci-dessus).

### **Description du module d'arrêt (*shadow module*)**

Les éoliennes sont toutes pourvues d'une technologie de contrôle microélectronique. Le processeur principal est en contact permanent avec les éléments périphériques tels que la commande d'orientation de la nacelle et le système d'orientation des pales. Un fonctionnement optimal de l'éolienne est commandé sur base d'une analyse permanente des mesures faites par les anémomètres placés sur la nacelle.

Le 'shadow module' est un module optionnel qui peut être installé sur les machines (de préférence avant leur construction), en connexion avec leur processeur principal. Le *shadow module* comprend un data-logger, protégé des intempéries, relié à un capteur de mesure du rayonnement solaire, présent à l'extérieur de la tour. À partir des données horaires qui lui sont fournies (ensoleillement, position du rotor), il vérifie si les points où l'ombrage peut être problématique, dont les coordonnées sont préenregistrées, sont concernés par une projection d'ombre. En cas de risque d'ombrage pour ces points d'immission, il déclenche l'arrêt de l'éolienne.

Le *shadow module* installé sur une éolienne ne déclenche donc l'arrêt de celle-ci que lorsque les conditions effectives d'ensoleillement et de vent sont favorables à l'ombrage pour les riverains. Selon le modèle d'éolienne considéré, le shadow module peut être programmé pour n'enclencher des arrêts soit qu'après le dépassement d'une valeur-seuil, soit qu'après la détection de l'apparition d'une ombre mouvante.

Les fiches techniques du constructeur Enercon relatives au *shadow module* sont présentées en annexe.

- ▶ Voir ANNEXE EE : Fiches techniques des constructeurs relatives au 'shadow module'

## Durées d'arrêt potentiel des éoliennes pour les ombres mouvantes

À titre indicatif, le tableau suivant présente, pour chaque éolienne à équiper d'un 'shadow module', une estimation du nombre annuel d'heures d'arrêt potentiel selon le respect de l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 des conditions sectorielles.

Tableau 13 : Nombre annuel d'heures d'arrêt potentiel par éolienne à équiper d'un 'shadow module'.

Eolienne	Nombre annuel d'heures d'arrêt potentiel par éolienne (h/an) selon l'AGW des CS de 2021
1	5
2	15
3	18

Étant donné que le phénomène d'ombrage concerne des périodes relativement courtes et se rencontre généralement lors de conditions météorologiques de vents faibles, la perte de production liée à l'arrêt d'une éolienne est souvent très faible à négligeable.

Dans le cas du présent projet et à titre indicatif, la perte de production induite par la mise en place d'un 'shadow module' sur les 3 éoliennes a été estimée par le bureau Greenplug sur base du nombre annuel d'heures d'arrêt probable estimé ci-dessus. Cette perte est estimée à 0,1% par éolienne en projet et est relativement faible par rapport à la production annuelle nette attendue.

► Voir ANNEXE CC : Etude de productible

### 4.3.4 Conclusions

En matière d'ombre mouvante, l'impact du projet dans les zones sensibles à l'ombre mouvante (toute zone intérieure d'une construction autorisée dans laquelle soit une personne séjourne habituellement, soit exerce une activité régulière et qui subit un effet d'ombre mouvante) est susceptible de concerner principalement des habitations situées à Boussu et Saint-Ghislain. De manière à respecter le cas le plus défavorable (prévu par l'arrêté du Gouvernement wallon du 25/02/2021 portant conditions sectorielles), l'auteur d'étude estime nécessaire d'équiper les éoliennes n° 1, 2 et 3 d'un module spécifique (shadow module) permettant leur arrêt si des problèmes répétés étaient constatés lors de conditions météorologiques particulièrement favorables au phénomène d'ombre mouvante.

### 4.3.5 Recommandations

- Recommandations identiques à celles de l'EIE du 03.11.2021

## 4.4 Energie, climat et magnétisme

Les analyses et conclusions du chapitre Energie et climat de l'EIE du 03.11.2021 restent identiques. Aucune modification ne doit être apportée au contexte réglementaire, la méthodologie, la situation existante, ...

- La seule modification concerne le calcul du productible, puisqu'un nouveau modèle d'éolienne a été considéré.

► Voir ANNEXE CC : Etude de productible

### 4.4.1 Estimation de la production électrique annuelle du parc

- Le tableau suivant intègre tous les éléments évalués par le bureau GreenPlug. Il est à noter que cette estimation est maximaliste dans la mesure où le facteur pluie n'a pas été pris en compte dans l'estimation des pertes liées au bridage en faveur des chauves-souris et dans la mesure où les pertes sont additionnées sans tenir compte des recouvrements possibles entre les différents bridages.

Tableau 14 : Production électrique prévisible du parc, selon le modèle d'éoliennes considéré (sur base de l'étude de vent du bureau GreenPlug, rapport du 14/03/2022).

Modèle d'éolienne	Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE
Nombre d'éoliennes	3
Diamètre du rotor (m)	115
Hauteur d'axe (m)	92
Puissance éolienne (MW)	2.99
Puissance installée du parc (MW)	8.97
Production électrique brute (MWh/an)	21 588
Pertes systématiques cumulées (%)	9.7
Production électrique nette sans bridage (MWh/an)	19 490
<i>Pertes bridage chauve-souris (%)</i>	<i>1,4</i>
<i>Pertes bridage ombre portée (%)</i>	<i>0,1</i>
<i>Pertes bridage acoustique (conditions sectorielles) (%)</i>	<i>0,8</i>
Pertes bridages cumulés (conditions sectorielles bruit et ombre + chauves-souris) (%)	2,3
<b>Production électrique nette (MWh/an)</b>	<b>19 045</b>
<b>Production électrique nette par éolienne (MWh/an)</b>	<b>6 348</b>

L'estimation de la production électrique du projet réalisée par GreenPlug apparaît cohérente au regard des spécificités du projet.

Les pertes de productions liées au bridage acoustique (conditions sectorielles), au bridage pour l'ombre mouvante et au module d'arrêt en faveur de la chiroptérofaune sont équivalentes à maximum 2,3 %. Compte tenu du bon potentiel éolien du site et de sa bonne exploitation par le projet, ces pertes ne remettent pas en cause la productivité du projet.

► Voir ANNEXE CC : Etude de productible

## Synthèse

Afin de se situer dans un cas de figure 'minimaliste', les valeurs estimées de la production avec le modèle Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE, y compris les pertes de production, sont développés dans le présent complément pour l'évaluation des incidences (positives) du projet sur la qualité de l'air et sur le climat. En effet la production estimée pour le modèle Enercon est plus faible que pour le modèle Nordex présentée dans l'EIE du 03.11.2021.

Dans cette hypothèse, le projet (3 éoliennes) produira environ 19 045 MWh d'électricité par an, soit l'équivalent de l'électricité consommée par environ 5 147 ménages wallons<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Sur base d'une consommation annuelle moyenne de 3 700 kWh par ménage, hors chauffage électrique.

## 4.4.2 Réduction des émissions de gaz à effet de serre liée au projet

Même si le fonctionnement d'une éolienne n'implique pas d'émission de gaz à effet de serre (GES), sa construction (y compris l'extraction et l'acheminement des matières premières -béton, acier, matériaux composites-, l'élaboration des composants -tour, nacelle, pales et fondations-, le transport des composants et le chantier), son entretien et son démantèlement en fin de vie sont responsables d'émissions limitées de GES. Ainsi, lorsqu'on prend en compte le cycle de vie global d'une installation, une éolienne on-shore génère de l'ordre de 24 g éq-CO<sub>2</sub> par kWh d'électricité produite (cf. *tableau suivant*).

Par ailleurs, l'introduction d'une production éolienne sur le réseau peut nécessiter une sollicitation plus fréquente des centrales TGV, pour compenser la variabilité de l'éolien. Ce phénomène de '*cycling*' (hausses et baisses successives du régime TGV) provoque une légère surconsommation de gaz car le rendement des TGV diminue à mesure que la puissance s'éloigne de la valeur nominale. Les émissions d'éq-CO<sub>2</sub> supplémentaires engendrés par ce phénomène sont toutefois limitées. Elles ont été estimées en moyenne à 1% de la quantité d'émission évitée par la production électrique des éoliennes<sup>3</sup>.

En définitive, sachant que la production d'électricité dans la centrale TGV de référence émet en moyenne 456 g éq-CO<sub>2</sub> par kWh, il peut être estimé que le projet permettra d'éviter annuellement le rejet d'environ 8 145 t d'éq-CO<sub>2</sub> (base de calcul : 3 éoliennes de type Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE produisant 19 045 MWh/an).

Pour appréhender ce chiffre, il convient de le rapporter aux émissions relatives aux logements et aux véhicules. En effet, les 8 145 t éq-CO<sub>2</sub> évités par la production d'électricité par le projet compensent les émissions de gaz à effet de serre produites chaque année par environ 1 324 logements<sup>4</sup> ou encore par 4 488 véhicules<sup>5</sup>.

Tableau 15 : Emissions de CO<sub>2</sub> par kWh<sub>e</sub> par filière (source : Öko-Institut, modèle GEMIS, 2007).

Filière de production	Emissions spécifiques <sup>6</sup> [g-CO <sub>2</sub> /kWh]	Réduction comparative des émissions par le projet [t-CO <sub>2</sub> /an]
Centrale charbon	949	17 617
<b>Centrale turbine-gaz-vapeur de référence</b>	456	8 145
Centrale turbine-gaz-vapeur avec cogénération	148	2 362
Parc de centrales thermiques Electrabel <sup>7</sup>	759	13 998
Nucléaire	32	152
Hydraulique	40	305
Solaire photovoltaïque (nord de l'Europe)	101	1466
Solaire photovoltaïque (sud de l'Europe)	27	57
Éolien on-shore	24	0
Éolien off-shore	23	-19

## 4.4.3 Réduction des émissions atmosphériques associées à la production d'électricité

En phase d'exploitation, un parc éolien ne génère aucun rejet atmosphérique direct, ni d'odeur. Par contre, son exploitation permet de moduler le fonctionnement et, par conséquent, les rejets engendrés par d'autres centrales de production d'électricité dites 'classiques'.

<sup>3</sup> Robert Gross, *The costs and Impacts of Intermittency*, UK Energy Research Center, Imperial, March 2006.

<sup>4</sup> Sur base d'un taux d'émission annuelle de 6 150 kg-CO<sub>2</sub> par logement (source : Emissions de CO<sub>2</sub> des ménages, ADEME, 2000).

<sup>5</sup> Sur base d'un kilométrage moyen (15 000 km/an) et du taux d'émission moyen du parc automobile belge en 2014, soit 121 gCO<sub>2</sub>/km (source : Agence européenne pour l'environnement).

<sup>6</sup> Source : Öko-Institut, modèle GEMIS, 2007.

<sup>7</sup> Hors nucléaire, sur base des émissions annuelles globales et de la production en 2006 du parc de centrales thermiques d'Electrabel.

L'électricité est une énergie dont le stockage est très coûteux. La production d'électricité doit donc suivre au mieux l'évolution de la consommation, de façon à éviter tout déséquilibre sur le réseau de transport. Lorsque la vitesse du vent sera suffisante pour permettre aux éoliennes de produire, le gestionnaire du réseau de transport (Eli) pourra faire diminuer la production au niveau des centrales dites 'classiques' (l'intégration de l'électricité 'verte' est prioritaire sur le réseau). Il en résultera une réduction des émissions atmosphériques associées au fonctionnement de ces centrales. Par contre, les moments où les éoliennes ne produisent pas (absence de vent), la production d'électricité doit être relayée par d'autres moyens de production.

Ce sont principalement des centrales thermiques 'souples' (centrales gaz et charbon) qui sont utilisées pour adapter sur le réseau les fluctuations entre la production électrique globale et la consommation électrique globale. La puissance de ces centrales peut en effet être modulée dans un laps de temps relativement court. Pour cette même raison, ce sont ces centrales qui sont utilisées pour compenser le caractère intermittent de la production électrique à partir d'énergie éolienne.

La réduction des émissions atmosphériques liée à l'injection de la production électrique du projet éolien dans le réseau est par conséquent évaluée par comparaison avec ces centrales thermiques. Le tableau suivant reprend les facteurs d'émission des principaux polluants (dioxydes de soufre, oxydes d'azote et poussières) du parc de centrales thermiques d'Electrabel (hors nucléaire) et les réductions attendues suite à l'exploitation du projet en considérant une production électrique annuelle nette de 19 045 MWh (cas de figure 'minimaliste' de 3 éoliennes de type Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE).

Tableau 16 : Réductions potentielles des émissions de polluants atmosphériques associés à la production d'électricité.

Polluants <sup>8</sup>	Emissions classiques <sup>9</sup> [g/MWh]	Réductions des émissions par le projet [t/an]
SO <sub>2</sub>	1 162	22,1
NO <sub>x</sub>	921	17,5
Poussières	76	1,4

#### 4.4.4 Champ magnétique

Sur base des nouvelles valeurs de productible du modèle Enercon E115 et des données techniques liées au raccordement électrique (identiques à celles de l'EIE du 03.11.2021), la valeur maximale du champ généré lors des pics de courant ne devrait pas dépasser 1,02 µT. Il peut également être avancé que le champ magnétique moyen généré par le projet n'est pas susceptible de dépasser le seuil épidémiologique, et ce même à la projection verticale de l'axe du câblage.

#### 4.4.5 Conclusions

La production des 3 éoliennes projetées dans le cas de figure du modèle Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE sera d'environ 19 045 MWh/an. Cette production est équivalente à la consommation annuelle d'électricité de minimum environ 5 147 ménages wallons.

Lorsque le vent dépassera la vitesse de démarrage des éoliennes, l'électricité fournie par le parc alimentera le réseau ce qui permettra de réduire la production à partir de sources d'énergie non renouvelable. En cas de vents trop faibles, l'absence de production devra être compensée par le fonctionnement des centrales thermiques de régulation. De cette manière, le parc éolien permettra d'éviter chaque année l'émission d'environ 8 145 tonnes d'éq-CO<sub>2</sub>, principal gaz à effet de serre. Cette quantité est équivalente aux rejets en CO<sub>2</sub> d'environ 1 324 logements ou 4 488 véhicules.

<sup>8</sup> Les centrales thermiques, et principalement les centrales au charbon, émettent également d'autres polluants, mais qui ne sont pas pris en compte ici : < 14 mg/kWh pour les chlorures ; 5 mg/kWh pour les fluorures et 0,05 mg/kWh pour les métaux lourds.

<sup>9</sup> Sur base des émissions annuelles globales et de la production 2006 du parc de centrales thermiques d'Electrabel (hors nucléaire) (source : Electrabel, 2006).

Concernant le magnétisme la valeur maximale du champ généré lors des pics de courant ne devrait pas dépasser 1,02  $\mu$ T et aucun dépassement n'est à prévoir à la projection verticale de l'axe du câble.

#### 4.4.6 Recommandations

- Recommandations identiques à celles de l'EIE du 03.11.2021

## 4.5 Mouvement de terre

La mise en place d'un coffrage de terre autour de la fondation hors sol permettra de réutiliser des terres arables issues du chantier, soit un volume d'environ 360 m<sup>3</sup>. Le volume de terre arable à réétaler diminue donc de 3260 m<sup>3</sup> à 2900 m<sup>3</sup>. Selon les informations du demandeur, les terres seront étalées aux abords des éoliennes. Le relief y est plat, ce volume de terre arable pourra donc être étalé sur une superficie d'environ 1,45 ha au lieu de 1,7 ha. L'épaisseur maximale des terres étalées sera de 20 cm.

## 5. Analyse complémentaire relative aux eaux de surface

### 5.1 Situation existante

#### 5.1.1 Contexte climatique

Le graphique suivant présente les cumuls mensuels moyens de pluie sur la période allant de 1991 à 2020 pour la commune de Boussu. Le cumul total moyen annuel s'élève à 798 mm.

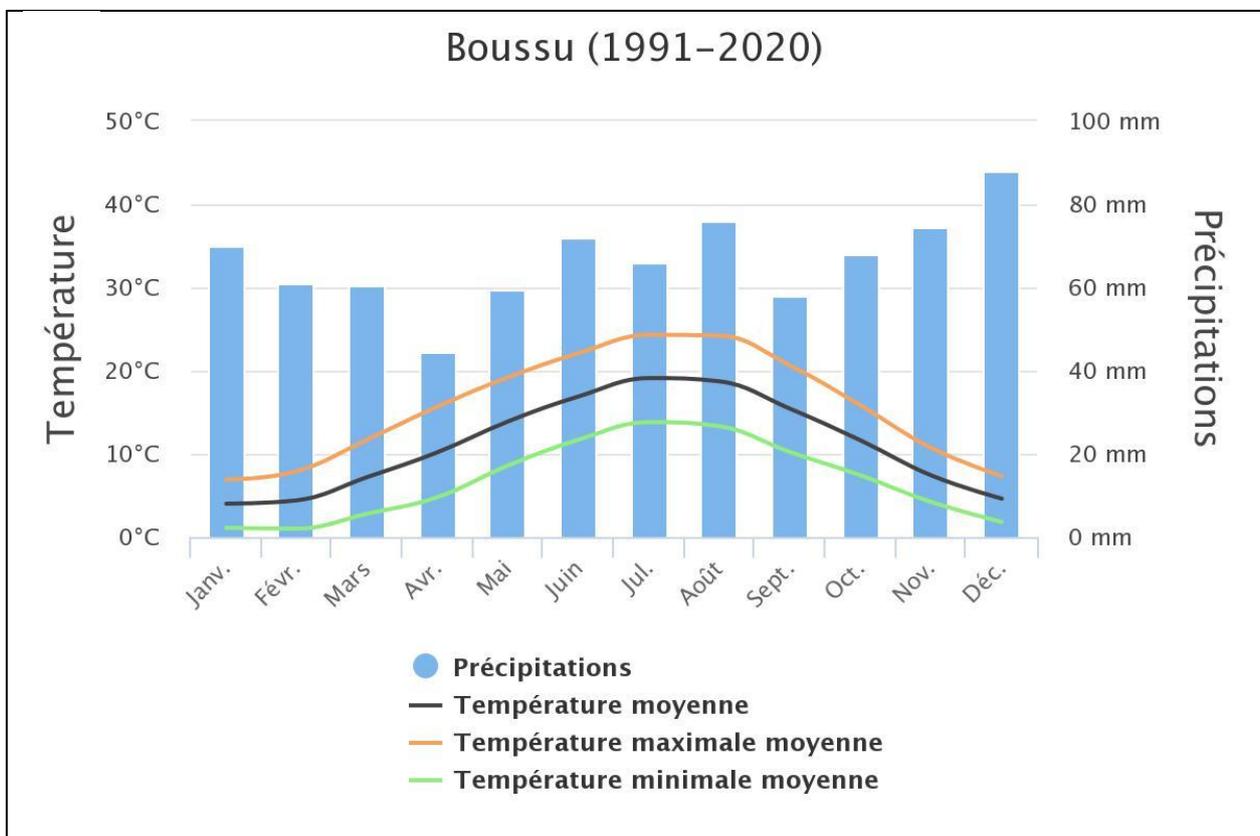


Figure 16. Graphique de la répartition des précipitations moyennes entre 1991 et 2020 sur la commune de Boussu (source : IRM, 2022, extrait de <https://www.meteo.be/>).

Tableau 17. Quantités moyennes précipitées (en mm) sur la commune de Boussu entre 1991 et 2020 (source : IRM, 2022).

	Total année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Quantités de précipitation (mm)	798	69,9	60,9	60,7	44,6	59,6	72,2	66,0	75,9	57,9	68,0	74,4	87,8

## 5.1.2 Contexte topographique

Les éoliennes se situent à des altitudes comprises entre 22 et 23 m. Au niveau du site du projet, aucune pente importante (supérieure à 7,5°) n'est rencontrée.

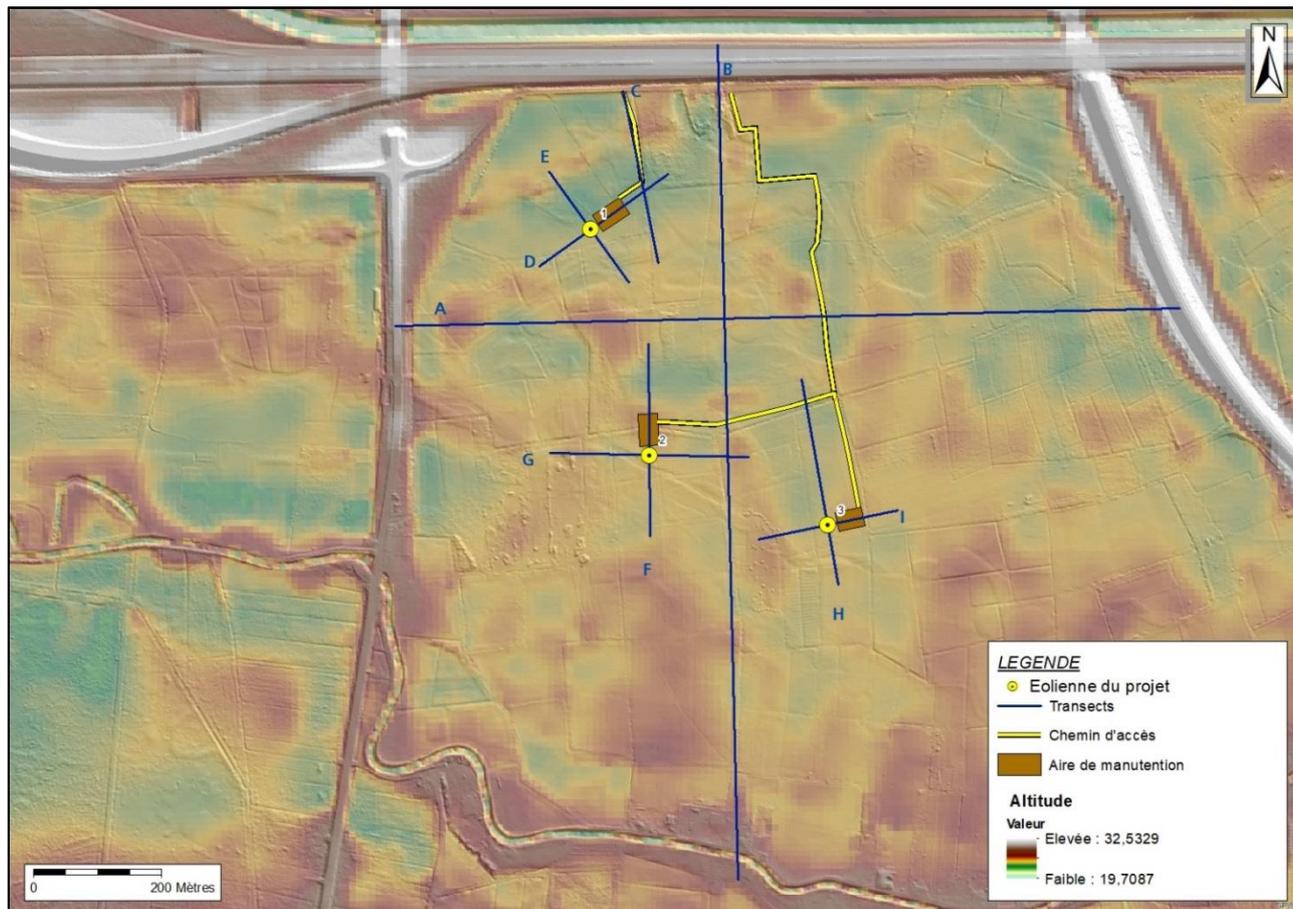


Figure 17 : Topographie du site d'implantation du projet avec localisation des différents transects réalisés pour les profils altimétriques (WalonMap, 2021).

Les profils altimétriques dérivés des transects A et B montrent que le site éolien est situé dans une dépression délimitée au nord par l'autoroute E19 et la rue des Herbières qui la longe en contre-bas, à l'ouest par la rue des Sarts et à l'est par la rue de chemin de fer Hainaut-Flandre. En allant vers le sud, le terrain s'élève légèrement jusqu'aux abords de la rivière de la Haine. Il faut remarquer que la différence d'altitudes au sein de cette dépression est peu marquée et varie d'environ 1 m. Ainsi, le relief est très plat au sein de la dépression, les pentes étant quasiment inexistantes sauf aux abords des voiries et de la Haine.

Les différents profils altimétriques tracés et présentés ci-dessous montrent que pour chaque éolienne, les aires de montage et chemins d'accès, la topographie en situation existante est peu marquée et que le site éolien se trouve dans une zone de dépression.

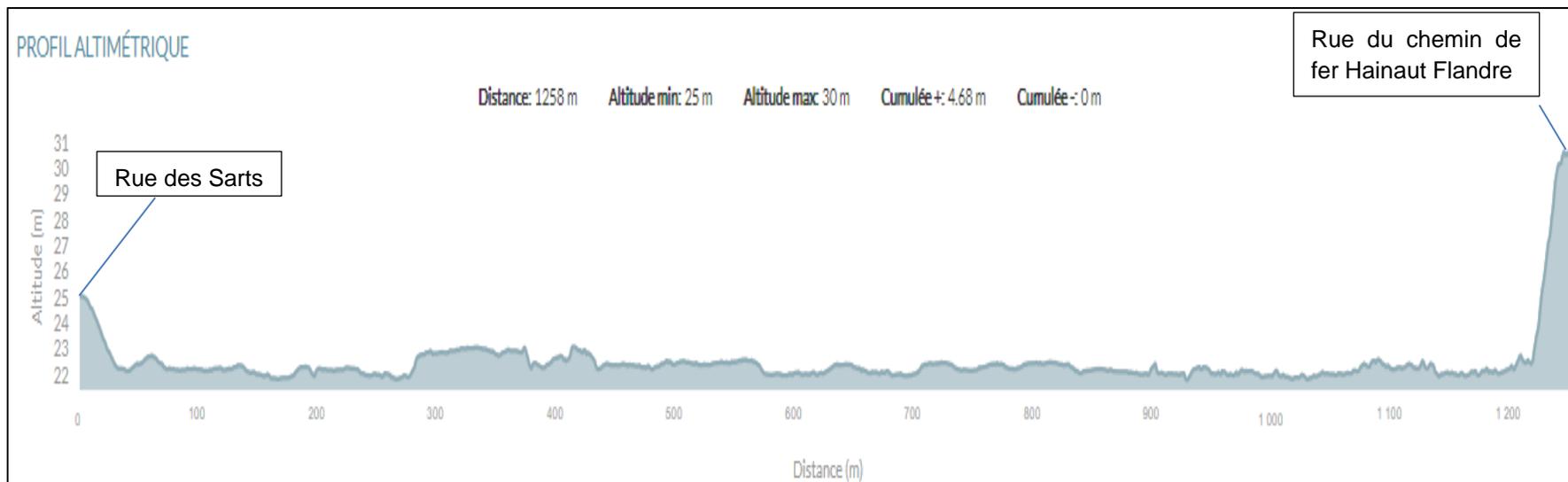


Figure 18 : Profil altimétrique suivant le transect A à travers le site éolien en projet d'ouest en est (source : WalOnMap, 2022).

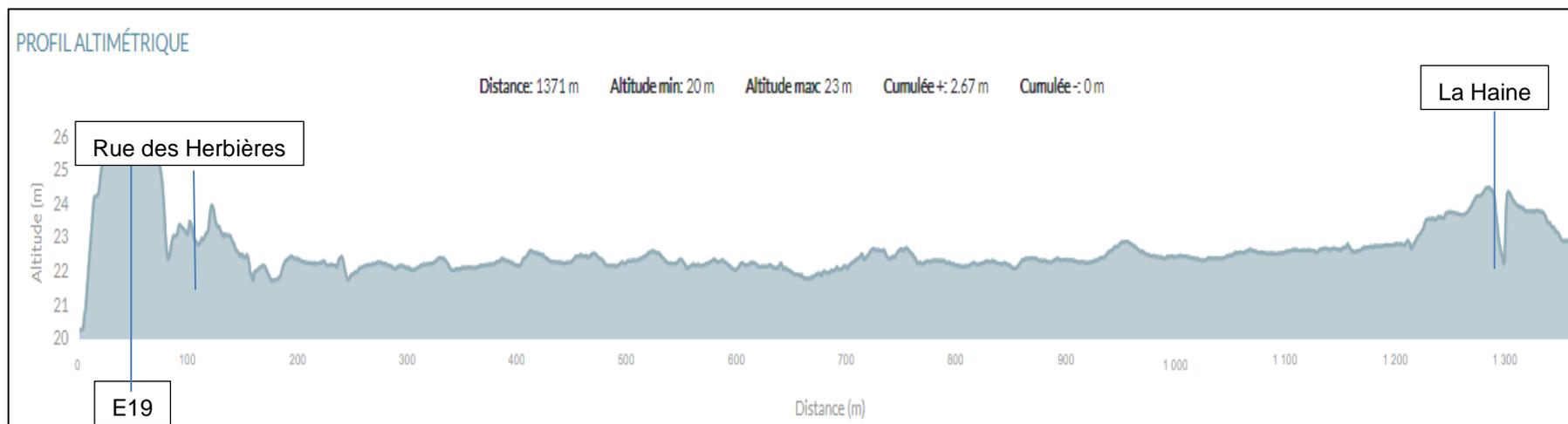


Figure 19 : Profil altimétrique suivant le transect B à travers le site éolien en projet du nord au sud (source : WalOnMap, 2022).

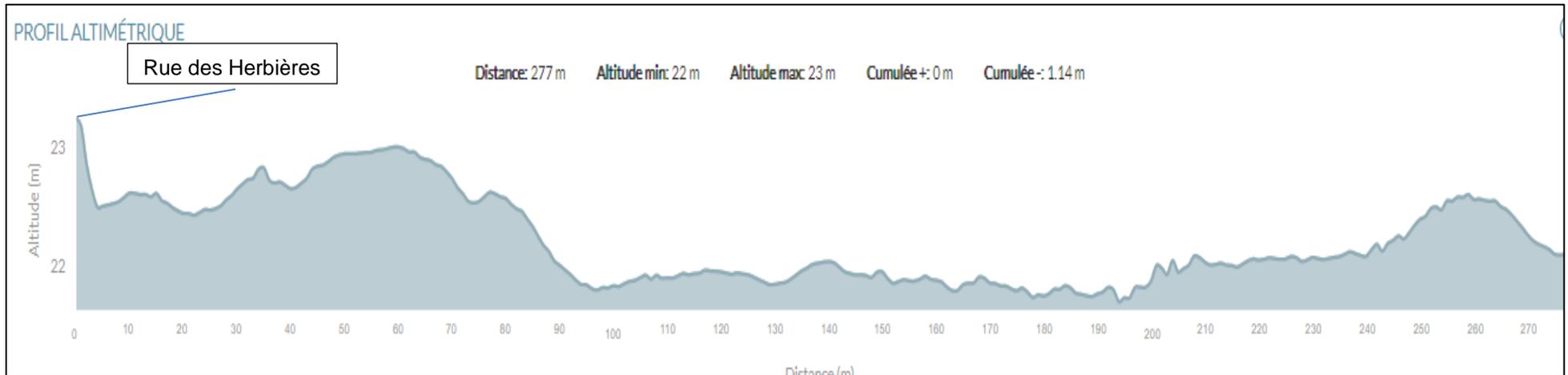


Figure 20 : Profil altimétrique suivant le transect C du nord au sud, chemin d'accès à l'éolienne n°1 (source : WalOnMap, 2022).

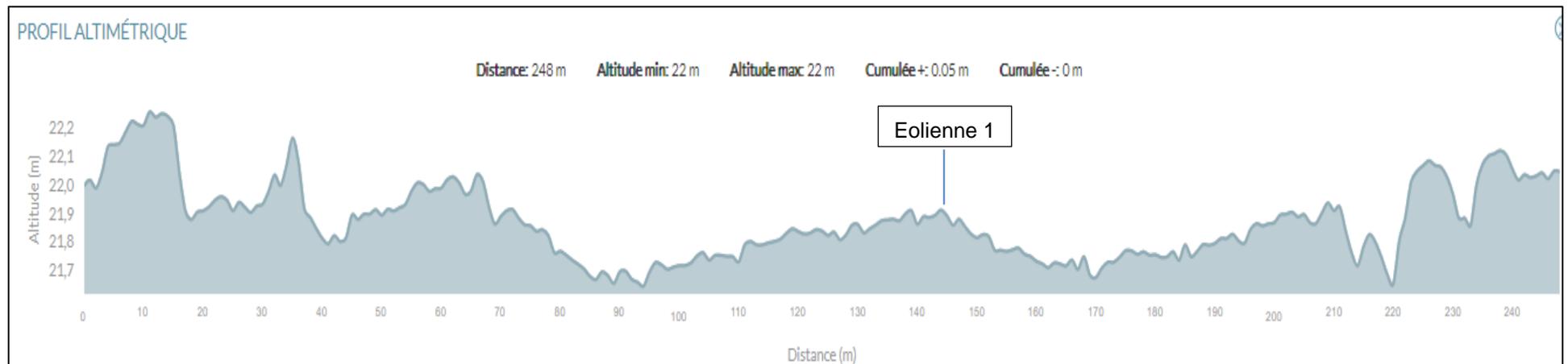


Figure 21 : Profil altimétrique suivant le transect D du nord-est au sud-ouest, éolienne 1 (source : WalOnMap, 2022).

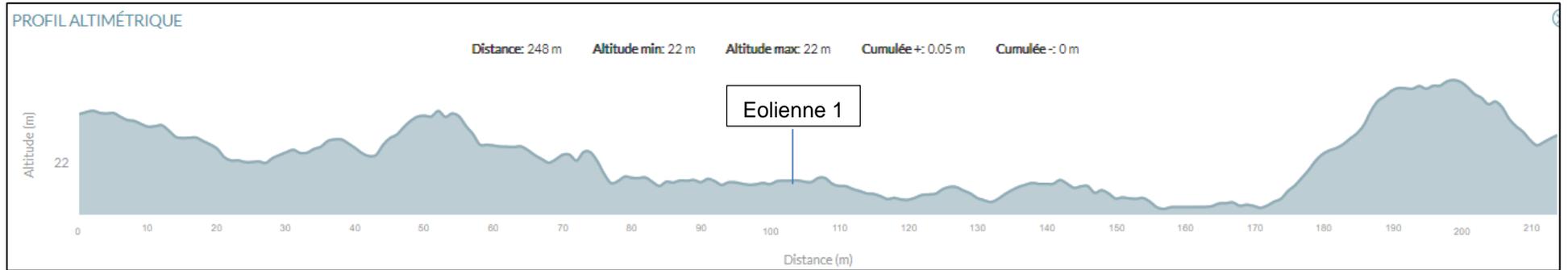


Figure 22 : Profil altimétrique suivant le transect E du nord-ouest au sud-est, éolienne n°1 (source : WalOnMap, 2022).

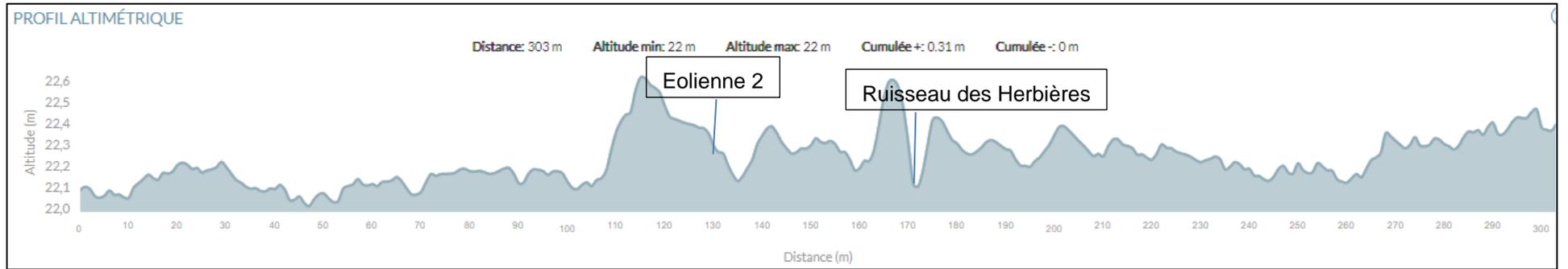


Figure 23 : Profil altimétrique suivant le transect F du sud au nord, éolienne n°2 (source : WalOnMap, 2022).

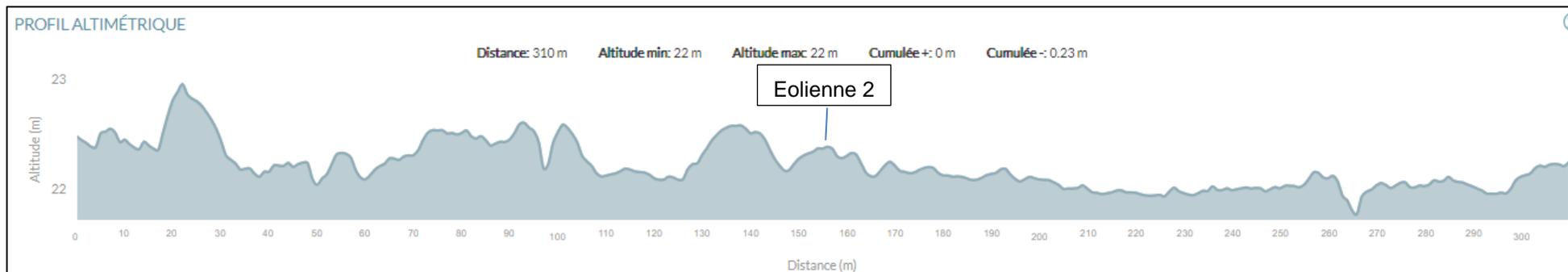


Figure 24 : Profil altimétrique suivant le transect G de l'ouest à l'est, éolienne n°2 (source : WalOnMap, 2022).

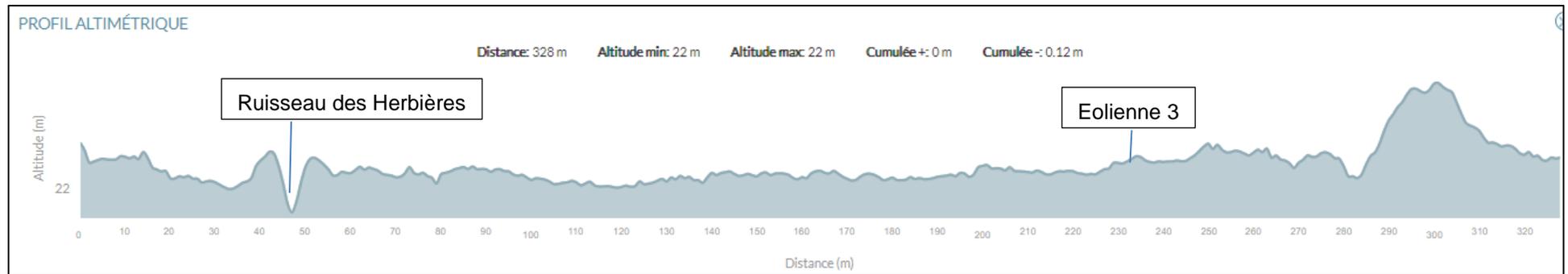


Figure 25 : Profil altimétrique suivant le transect H du nord au sud, éolienne n°3 (source : WalOnMap, 2022).

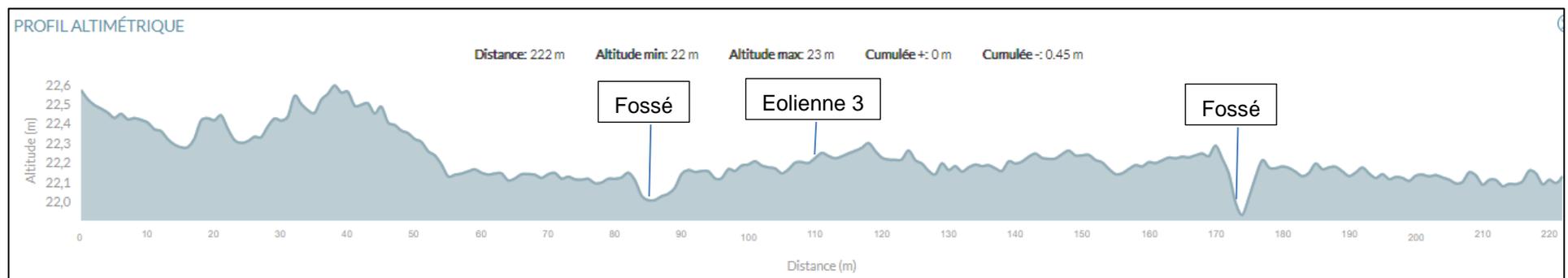


Figure 26 : Profil altimétrique suivant le transect I de l'ouest à l'est, éolienne n°3 (source : WalOnMap, 2022).

## 5.1.3 Contexte pédologique

Les sols rencontrés au niveau du site éolien sont des sols sur matériaux argileux légers et lourds. Comme précisé dans l'étude d'incidences sur l'environnement, l'éolienne en projet n°1 est située sur un sol dont le sigle pédologique est vEfp2 et les éoliennes n°2 et 3 sont sur des sols de sigle vUfp2.

En complément de ce qui a déjà été indiqué dans l'EIE, il convient dans le cadre de l'analyse du présent chapitre de préciser que ces sols sont fortement gleyfiés. En effet, la classe de drainage f (pauvre) indique qu'une nappe phréatique permanente débute entre 40 et 80 cm de profondeur (traces de réduction). De plus, cette classe de drainage indique un engorgement temporaire du sol entre 0 et 30 cm de profondeur (taches d'oxydation). De plus, il est à préciser qu'un substrat tourbeux débute entre 40 et 80 cm de profondeur (v...2).

Pour rappel, d'après M. Broeckeaert (riverain proche du site d'étude), le site du projet est caractérisé par un terrain tourbeux et de terre glaise en surface. Ces terrains sont très sensibles à la sécheresse et au phénomène de saturation en eau. Ils peuvent donc gonfler ou se rétracter parfois de manière importante. La tourbe serait altérée depuis les captages de la société T.M.V.W. - TUSSENGEMEENTEELIJKE MAATSCH à l'ouest du projet éolien.

Pour ces types de sols, il est estimé que la vitesse d'infiltration est inférieure à  $4.10^{-6}$  m/s<sup>10</sup>.

- ▶ VOIR PARTIE 4.1 Sol, sous-sols et eaux souterraines (Etude d'incidences sur l'environnement – Projet de parc éolien à Boussu, 2021)

## 5.1.4 Réseau hydrographique

La description du réseau hydrographique a été réalisée dans le cadre de l'Etude d'Incidence sur l'Environnement du projet de parc éolien à Boussu (2021).

- ▶ Voir CARTE n°05b : Hydrographie et hydrogéologie (Etude d'incidences sur l'environnement – Projet de parc éolien à Boussu, 2021)
- ▶ Voir point 4.2 Eaux de surface (Etude d'incidences sur l'environnement – Projet de parc éolien à Boussu, 2021)

---

<sup>10</sup> Source : Grela R., Xanthoulis D., Marcoen J.M., Lemineur M., Wauthélet M. L'infiltration des eaux usées épurées. Guide pratique. Convention d'étude entre la FUSAG, l'INASEP et la DGRNE «Etude de méthodes et d'outils d'aide à la décision pour la planification et la mise en œuvre de systèmes d'épuration individuelle ou groupée », Février 2004. 29 pages.

## 5.1.5 Aménagements hydrauliques existants

La figure ci-dessous présente les quelques aménagements hydrauliques répertoriés sur le site d'étude. Le site d'étude est caractérisé par un réseau de fossés et d'ouvrages de drainage et destinés à assécher les sols naturellement engorgés afin de réaliser des activités agricoles. La plupart de ces ouvrages sont dirigés vers le ruisseau des Herbières qui se jette dans le canal Caraman. Des haies vives ou rangées d'arbres peuvent border ces ouvrages et assurent leur stabilité. Quelques ponceaux ont également été relevés. En dessous de l'autoroute E19, le canal Caraman se prolonge par un pertuis jusqu'au canal de dérivation de la Haine. En contre-bas de l'E19, un fossé de collecte des eaux de pluies a été aménagé. Ce fossé est connecté au pertuis qui se dirige jusqu'à la dérivation de la Haine. Quelques pertuis ont été relevés également le long du ruisseau des Herbières et des fossés qui l'alimentent pour permettre le passage des véhicules agricoles.

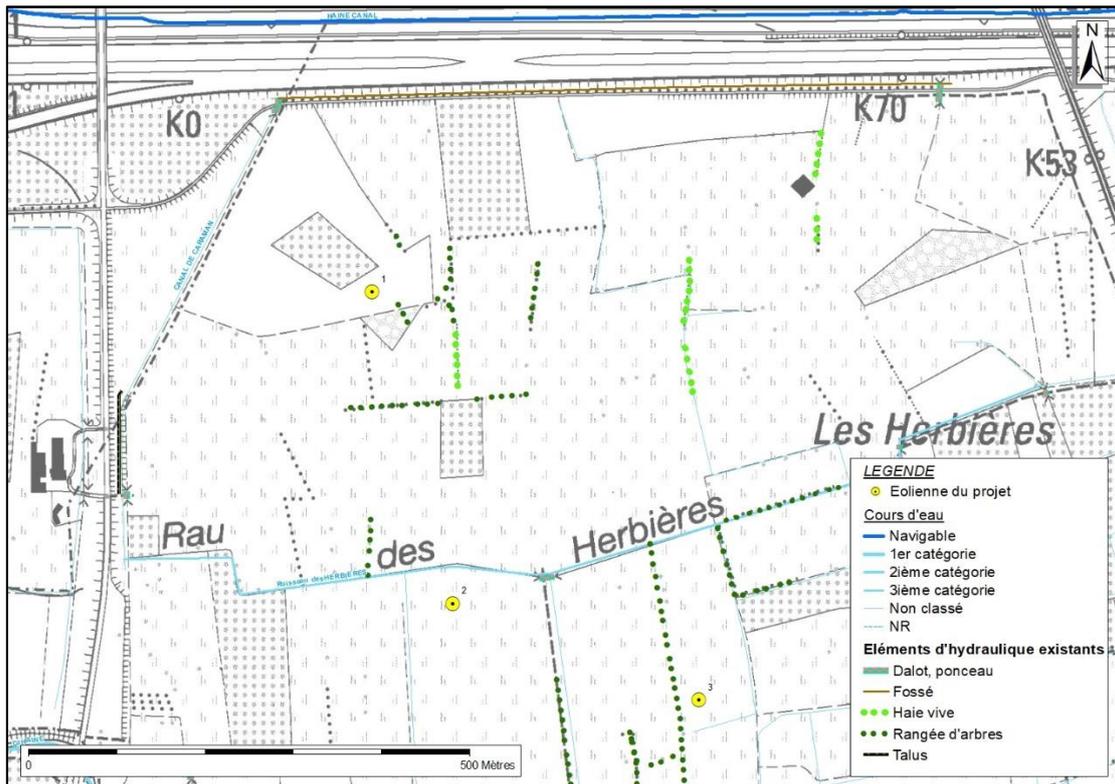


Figure 27 : Aménagements hydrauliques existants.

## 5.1.6 Occupation des sols

Le tableau ci-dessous reprend l'occupation du sol en situation existante au sein de la zone d'aléa d'inondation qui inclut le parc éolien en projet (cf. point 5.1.7). Cela permettra dans la suite de l'analyse de comparer l'emprise du projet par rapport à la situation existante.

Tableau 18. Occupation du sol sur la zone d'emprise de l'aléa d'inondation dans laquelle s'insère le projet (source : SPW, COSW v2\_07, 2007).

Occupation du sol	Surface en situation existante (ha)
Terres arables	20,63
Forêts	12,55
Marais intérieurs	1,15
Prairies	92,35
Tissu bâti discontinu	0,68
<b>Surface totale (ha)</b>	<b>127,37</b>

## 5.1.7 Aléa d'inondation par débordement

Concernant les aléas d'inondation par débordement, l'auteur d'étude apporte des informations complémentaires suite à divers avis rendus en cours d'instruction par le Cellule GISER dans le cadre d'autres projets.

Les 3 éoliennes du projet ainsi que la cabine de tête se situent en zone d'aléa d'inondation par débordement de niveau moyen (orange sur la carte ci-dessous à la Figure 28). Cet aléa provient de la présence du ruisseau des Herbières et de la matrice de chenaux qui parcourent le site en projet. La Haine, située au sud, peut également déborder et se déverser sur le site éolien situé dans une dépression. De plus, l'autoroute E19 et la rue des Herbières au nord du site du projet, la rue des Sarts à l'ouest, la rue de chemin de fer Hainaut-Flandre à l'est sont en surplomb par rapport à la zone étudiée. Dans ce contexte urbanistique et topographique, le site se situe dans une zone de rétention naturelle des eaux, ce qui explique sa localisation en zone d'aléa d'inondation par débordement.

La carte des aléas d'inondation est une synthèse des différents scénarios de période de retour repris dans les cartes des zones inondables. Des extraits de ces cartes sont repris aux Figure 29, Figure 30 et Figure 31 pour des périodes de retour de 25, 50 et 100 ans.

On y voit que pour une période de retour de 25 ans (crue de forte probabilité tous les 25 ans), les éoliennes projetées ne sont pas en zone inondable. Par ailleurs, une zone inondable pour une période de 25 ans se trouve au sein de la même dépression que les éoliennes en projet (zone d'aléa d'inondation élevée). L'éolienne n°3, la plus proche, se trouve à 365 m de cette zone en rose à la Figure 29. Cette zone correspond à la zone d'aléa d'inondation de niveau élevé mis en évidence à la Figure 28. Bien que la hauteur d'eau est indéterminée pour cette zone dans la cartographie des zones inondables, il est attendu que la hauteur d'eau soit supérieure à 0,3 m pour des aléas élevés.

Pour des périodes de retour de 50 et 100 ans, les éoliennes en projet sont en zone inondable (cf. Figure 30 et Figure 31). La hauteur d'eau est par ailleurs indéterminée pour ces deux périodes.

En conclusion, les éoliennes et aménagements prévus sont localisés en zone d'aléa d'inondation par débordement moyen. Cependant, le site éolien n'est pas en zone inondable pour une période de retour de 25 ans. Il l'est pour des périodes de retour de 50 et 100 ans. La hauteur d'eau n'est pas déterminée via la cartographie des zones inondables. Il a alors été considéré que comme il y a une zone d'aléa d'inondation par débordement élevée au sein de la même dépression que le site éolien et que les différences d'élévations y sont très faibles, la hauteur d'eau pourrait être, en période retour de 50 ou 100 ans, de plus de 0,3 m. La hauteur d'eau va être discutée au point 5.1.7.

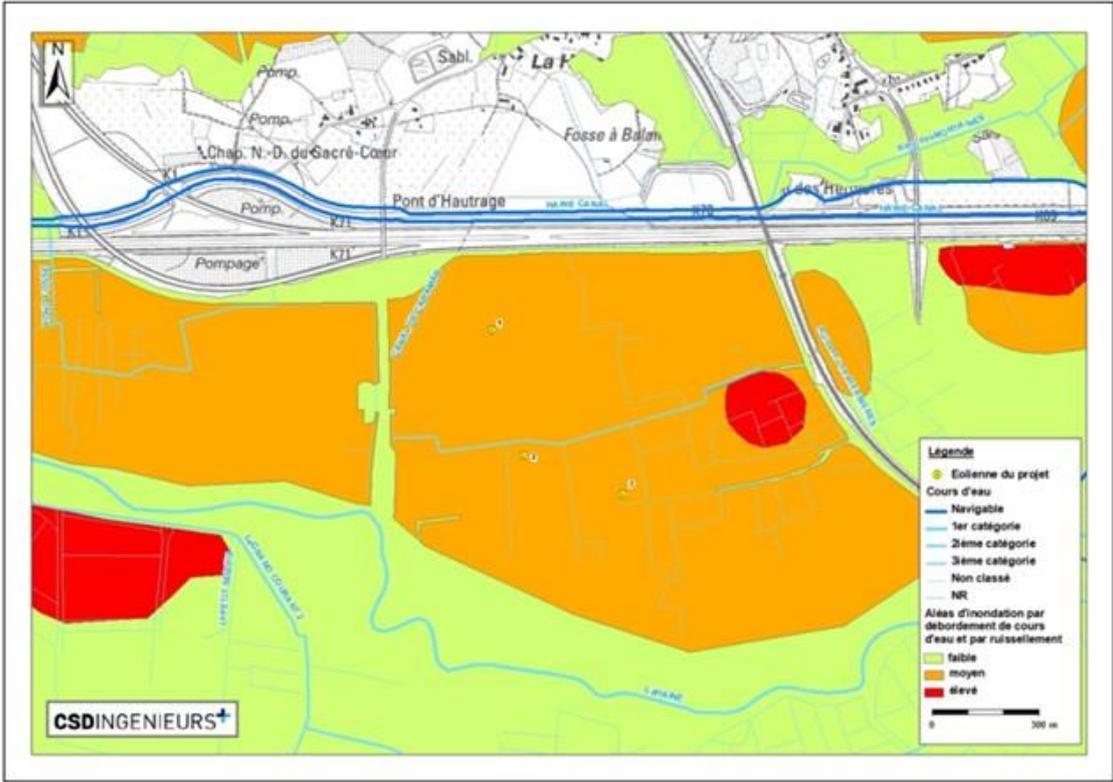


Figure 28 : Carte de l'aléa d'inondation par débordement (SPW, 2021).

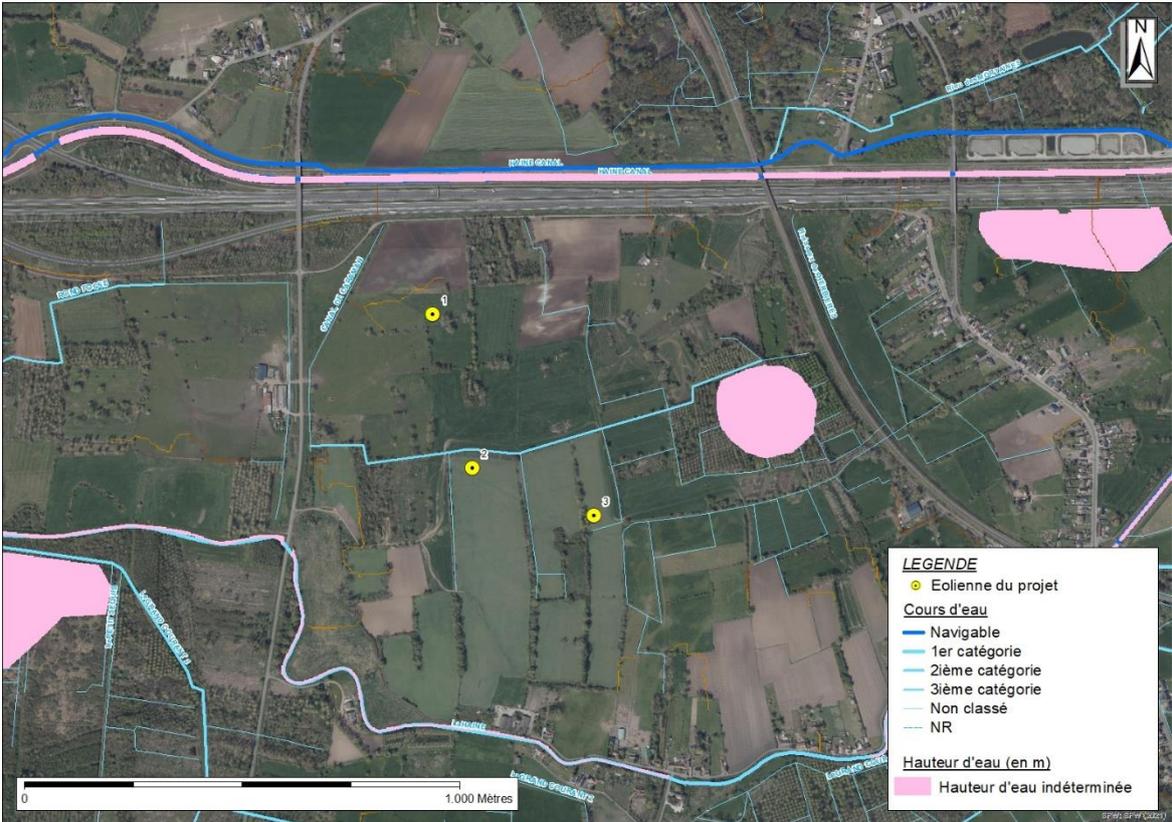


Figure 29 : Zone inondable à une période de retour de 25 ans (en rose) (source : SPW, 2021).

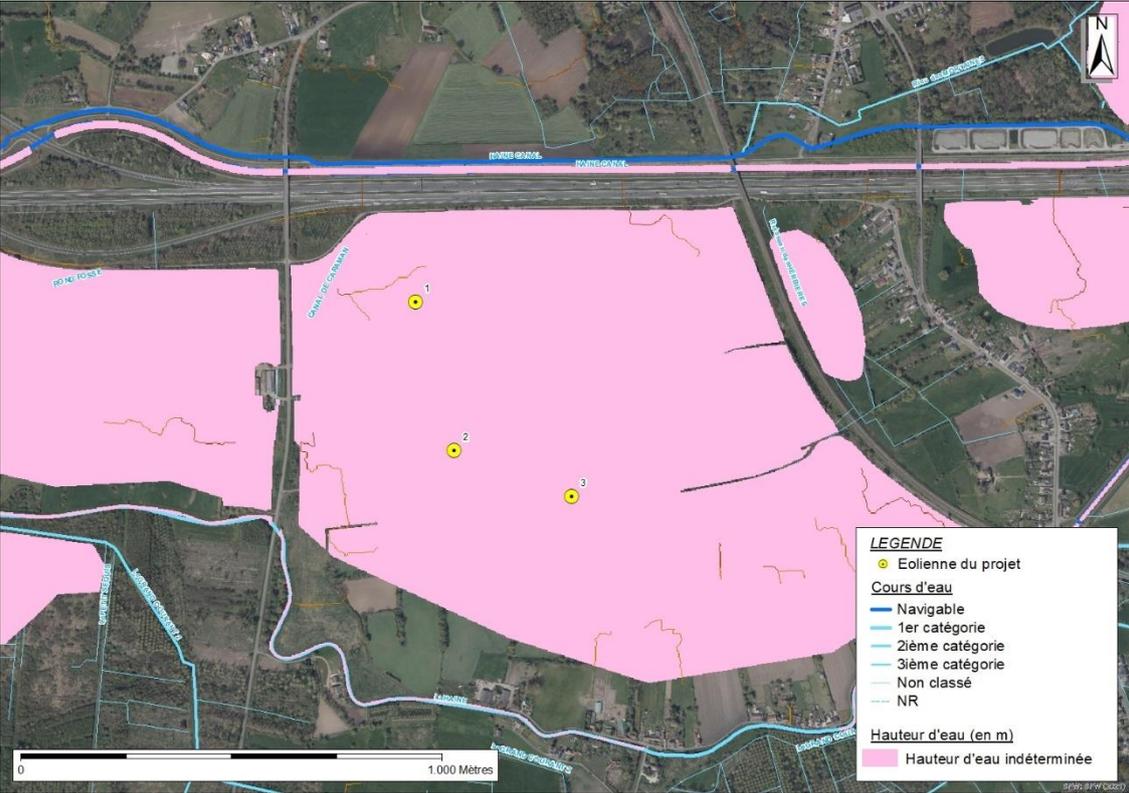


Figure 30 : Zone inondable à une période de retour de 50 ans (en rose) (source : SPW , 2021).



Figure 31 : Zone inondable pour une période de retour de 100 ans (en rose) (source : SPW , 2021).

## Historique du site

Suite à un avis de Mr Carrette (Président, Wateringues de la Haine) en date du 13.05.2022, il ressort les informations suivantes quant à l'historique du site en termes d'inondation :

- *Il y a très longtemps, il y avait effectivement des inondations dans la zone de part et d'autre de l'autoroute. La raison principale sont les affaissements des terrains suite aux activités des charbonnages, et ensuite suite aux activités de pompage de l'intercommunale flamande TMVW.*
- *Depuis la fin du siècle précédent la situation s'est radicalement amélioré. D'une part grâce aux réseaux de collecteurs et les stations de pompage réalisés par l'IDEA pour le démergement, et d'autre part grâce au nouveau lit de la Haine canalisée. Le nouveau lit de la Haine canalisée aurait été calculé pour faire face à des crues centennales.*
- *Il n'y a plus eu d'inondations depuis plus de 25 ans dans la zone du projet. Mr Tirlocq (Délégué Wateringues de la Haine) se rappelle que lors de la crue exceptionnelle de 1995 qui a fait déborder la Meuse, il n'y a pas eu d'inondation dans la zone du projet.*
- *Rehausser la porte de votre cabine électrique de 50 cm par rapport au relief naturel serait suffisant.*
  - ▶ Voir Annexe II : Courrier de la Wateringue.

### 5.1.8 Axes de ruissellement concentré

La carte des zones à risques de ruissellement concentré s'inscrit dans le cadre du projet ERRUISSOL (ERosion-RUISsellement-SOL) (ULiège – Gembloux Agro-Bio Tech). Ce projet a pour objectif la réalisation de données cartographiques et numériques relatives aux risques de ruissellement et d'érosion des sols. À cette couche de données s'ajoute de manière complémentaire la cartographie des axes de concentration naturels des eaux de ruissellement (LiDAXES) établie sur base du MNT LiDAR 2013-2014 ainsi que les couches dérivées du traitement. La carte ne tient pas compte de toute déviation de l'axe naturel de ruissellement par une route, fossé, talus, et autres éléments perturbateurs de la concentration « naturelle » des eaux de surface.

La carte des axes à risques de ruissellement concentré présente plusieurs classes définies par la superficie des bassins versants afférents en chaque point : faible : 3-10 ha, moyen : 10-20 ha. Trois autres catégories existent mais ne sont pas présentes sur ce site (20-50 ha, 50-100 ha et plus de 100 ha).

Le site du projet présente quelques axes de ruissellement concentré faible et moyen essentiellement liés au lit de petits affluents du Ruisseau des Herbières. Concernant les aménagements du projet et leur proximité aux axes de ruissellement concentré, seuls des axes drainant entre 3 et 10 ha d'eaux de ruissellement sont concernés. De plus, certains cours d'eau au sens de l'Atlas des cours d'eau de Wallonie croisent le projet. Voici les différents éléments qui seront pris en considération dans le reste de l'étude :

- Le chemin d'accès à l'éolienne n°1 croise un axe à risque de ruissellement concentré faible.
- Le chemin d'accès à l'éolienne n°1 longe un autre axe à risque de ruissellement concentré faible.
- Le chemin d'accès temporaire aux éoliennes n°2 et 3 est situé sur un axe à risque de ruissellement concentré faible. Même si cela n'est pas indiqué sur la carte, cet axe traverse également le chemin d'accès permanent à créer à l'ouest.
- Le chemin d'accès permanent aux éolienne n°2 et 3 longe un cours d'eau non classé au sens de l'atlas des cours d'eau non navigables de Wallonie.
- L'aire de montage de l'éolienne n° 2 surplombe le ruisseau des Herbières.
- Le chemin d'accès à l'éolienne n°3 traverse le ruisseau des Herbières.

Pour rappel, la figure suivante montre le tracé des axes de ruissellement en situation existante et vis-à-vis du projet. Pour plus de précision par rapport à ce qui a été présenté dans l'EIE de 2021, une zone de dépression a été ajoutée à la carte. De plus, le présent complément indique qu'il n'y a aucune variation possible du tracé des axes de ruissellement concentré selon la cartographie de la série LIDAXES du SPW (2021).

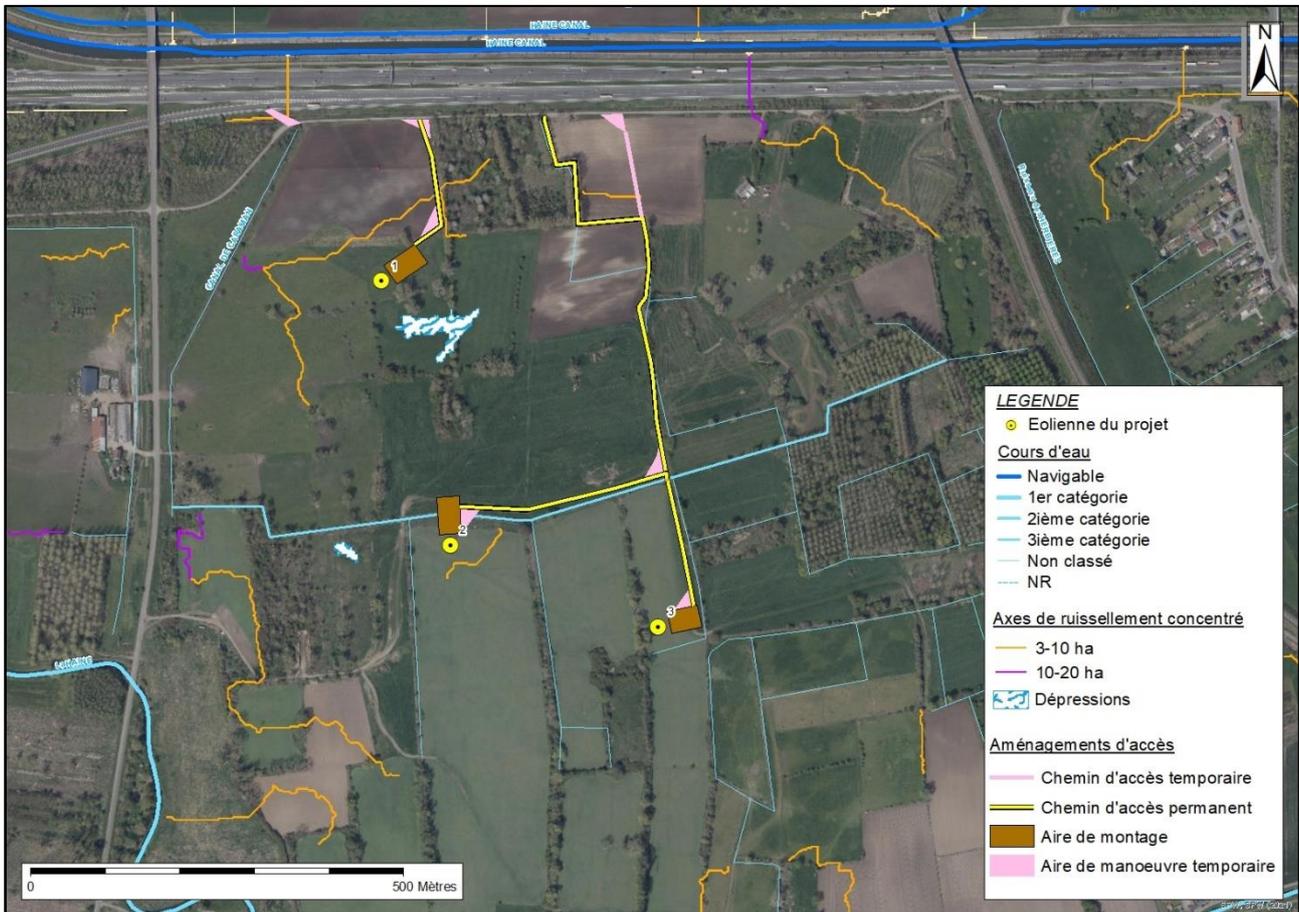


Figure 32 : Axes à risques de ruissellement concentré au voisinage du projet (SPW Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, LIDAXES 2021).

## 5.2 Incidences du projet en phase de chantier

Les incidences du projet sur les sols et la gestion des eaux pluviales en phase de chantier se rapportent aux risques d'érosion induits par le ruissellement concentré, au lieu de revalorisation des terres de déblais et à la préservation des aménagements existants.

Le chantier pourrait également se voir affecté par une inondation par débordement (arrêt du chantier, matériel endommagé, sécurité des personnes).

De manière générale et afin de diminuer au maximum le risque d'érosion, il est recommandé que les terres de déblais ne soient pas entreposées à moins de 10 m des axes de ruissellement.

Ensuite, dès que les terres seront mises en place de manière définitive et si le phasage mène à 3 mois sans couverture, il est recommandé de les ensemercer pour couvrir la terre nue.

Les terres de déblais générées lors du chantier devront être prioritairement utilisées sur des parcelles agricoles au niveau des zones les plus élevées du terrain (moyennant l'accord de l'exploitant), afin de limiter le remblai dans la zone de rétention naturelle des eaux de ruissellement.

Si des événements pluvieux conséquents venaient à conduire à une inondation au niveau du site, le chantier devra être arrêté durant la période de rétention des eaux. Il peut être estimé qu'une période d'une à deux semaines pourrait être nécessaire pour que le chantier puisse reprendre. Le demandeur s'engage à mettre en

œuvre les moyens techniques (plusieurs grues) et/ou humains (plusieurs équipes) afin de permettre la reprise du chantier et respecter la durée maximale de 12 mois pour les aménagements temporaires relatifs aux voiries publiques.

En ce qui concerne, les chemins d'accès temporaires traversant les prairies, il est recommandé de favoriser la pose de plaques de roulage afin de ne pas perturber la continuité des axes de ruissellement croisés.

Les chemins d'accès temporaire et parallèles aux fossés et cours d'eaux en place devront se faire dans la mesure du possible à plus de 10 m de ceux-ci afin de les préserver en état.

Il est également recommandé d'éviter toute manœuvre des convois ou véhicules en dehors des zones prévues afin de limiter le tassement des sols.

Les véhicules devront faire attention aux haies et rangées d'arbres existants.

## 5.3 Incidences en phase d'exploitation

### 5.3.1 Incidences sur la continuité hydraulique du bassin versant

#### 5.3.1.1 Incidences sur la continuité des axes de ruissellement

La circulaire relative à la constructibilité en zone inondable du 23 décembre 2021 indique que « *Pour les projets situés sur un axe de ruissellement concentré, le principe est de ne pas faire obstacle à l'écoulement naturel, de ne pas aggraver la servitude d'écoulement des fonds inférieur et de limiter la vulnérabilité aux inondations.* ».

Il s'agit d'un principe fondamental dans la lutte contre les inondations : la solidarité amont – aval. Ce principe est érigé en droit entre parcelles voisines dans l'article 640 du Code civil :

*« Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur ».*

Concrètement, cette analyse consiste à vérifier que les écoulements naturels puissent transiter sur la (ou les) parcelle(s) concernée(s) par le projet après mise en place des constructions ou installations et des modifications éventuelles du relief. Les flux d'eau provenant de l'amont doivent pouvoir pénétrer sur le terrain comme à l'origine, et les flux reportés vers les fonds inférieurs ne peuvent pas être aggravés (accélérés, concentrés ou déplacés). Cela n'exclut pas que des aménagements interceptent et conduisent le ruissellement concentré sur le terrain remanié de manière à soustraire le projet à toute exposition aux écoulements.

La situation des axes de ruissellement concentré de plus de 3 ha dans le voisinage du projet du parc éolien va faire l'objet des lignes qui suivent. La situation est décrite pour chaque éolienne du projet, ses aménagements respectifs et pour la cabine de tête.

#### Éolienne n°1, son aire de montage et chemin d'accès

Deux axes de ruissellement concentré drainant des surfaces de 3 à 10 ha sont à proximité de l'éolienne 1 et de son chemin d'accès permanent à créer. Un des axes s'écoule depuis le bois à l'est du chemin d'accès et le traversera. Un autre axe longe depuis le sud vers le nord ce même chemin d'accès à créer pour rejoindre l'autre axe de ruissellement concentré. L'éolienne n°1 se trouve à environ 55 m au plus proche de cet axe de ruissellement.

#### Éolienne n°2, son aire de montage et chemin d'accès

L'axe de ruissellement le plus proche de l'éolienne n°2 en projet se situe à environ 25 m au sud mais ne croise pas directement le projet. Cet axe rejoint le ruisseau des Herbières qui lui croise l'aire de montage sur 30 m. Le chemin d'accès jusqu'à l'éolienne suit parallèlement, dans les prairies, ce ruisseau (cours d'eau non navigable de 3<sup>ème</sup> catégorie).

## Éolienne n°3, son aire de montage et chemin d'accès

L'éolienne n°3 en projet ne se situe pas à proximité d'un axe de ruissellement concentré de plus de 3 ha. Le chemin d'accès permanent à créer longe par ailleurs du nord au sud des tronçons de cours d'eau non classés et passera au-dessus du ruisseau des Herbières, cours d'eau de 3<sup>ème</sup> catégorie après l'intersection avec le chemin d'accès vers l'éolienne n°2. Un axe de ruissellement drainant une surface de 3 à 10 ha croise également le chemin d'accès permanent vers l'éolienne 2 et 3 à environ 100 m au sud de la rue des Herbières qui longe l'autoroute E19.

## Cabine de tête

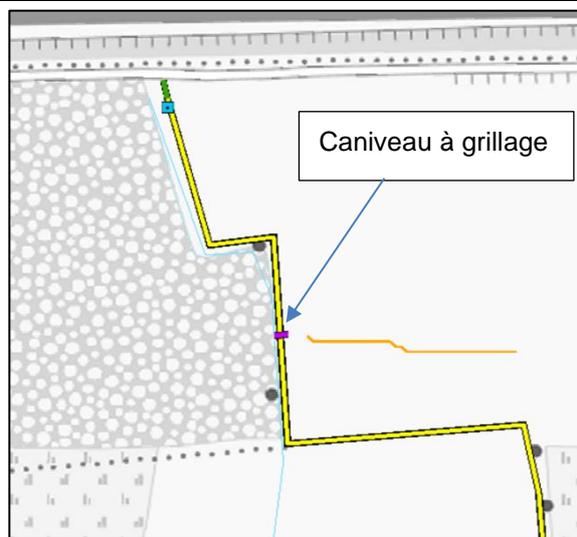
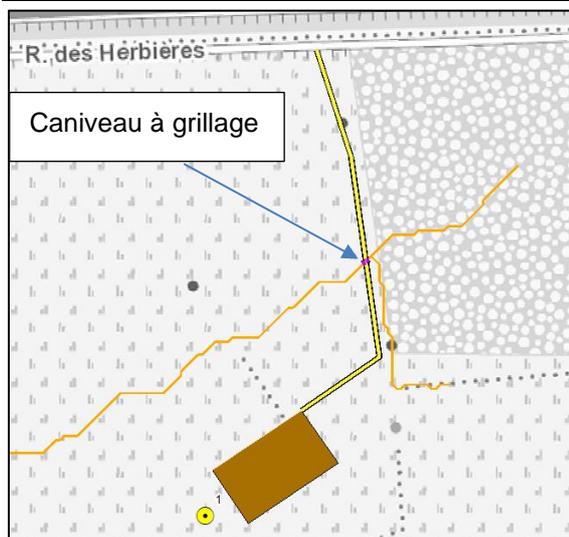
Aucun axe de ruissellement concentré de plus de 3 ha ne croise la zone d'implantation de la cabine de tête.

En résumé, deux axes de ruissellement concentré interceptent le projet :

- Un axe de ruissellement concentré drainant 3 à 10 ha au niveau du chemin d'accès vers l'éolienne n°1.
- Un axe de ruissellement concentré drainant 3 à 10 ha au sud de la rue des Herbières au niveau du chemin d'accès commun vers les éoliennes 2 et 3.

Afin de garantir l'écoulement aérien et de préserver la continuité des axes de ruissellement concentré décrits ci-dessus, l'auteur de l'étude recommande la pose de caniveaux avec des grilles. Ces caniveaux à grillage sont à positionner dans la continuité des axes de ruissellement au croisement de ceux-ci avec les chemins d'accès permanents aux éoliennes. Pour la pose des caniveaux dans les chemins d'accès, il est recommandé que leur fond soit au niveau naturel du sol. La largeur doit permettre l'écoulement libre des eaux issues des axes de ruissellement. Le choix d'une grille est justifié par une plus grande facilité d'entretien. En effet, la grille peut être retirée régulièrement et les éventuels matériaux accumulés peuvent être alors évacués.

## **Pose d'un caniveau, chemin d'accès à l'éolienne n°1    Pose d'un caniveau, chemin d'accès aux éoliennes 2 et 3**



## **Dimensionnement des caniveaux**

Le débit d'eau de ruissellement en sortie du bassin d'alimentation peut être déterminé pour une pluie particulière et intense selon la méthode rationnelle préconisée par le SPW, en prenant les hypothèses suivantes :

- Période de retour : 25 ans (minimum) ;
- Quantité : définie dans les tableaux QDF (Quantité Durée Fréquence) de l'IRM ;

- Durée de la pluie : durée qui, sur base des tableaux QDF, génère le volume de stockage le plus important ;
- Coefficients de ruissellement et surfaces concernées du bassin d'alimentation ;

L'estimation des débits a été réalisée en 2 points :

- Point 1 : Débit des eaux de ruissellement de l'axe interceptant le chemin d'accès vers l'éolienne n°1 ;
- Point 2 : Débit des eaux de ruissellement de l'axe interceptant le chemin d'accès commun vers les éoliennes n°2 et 3.

Ces points sont positionnés en aval des chemins d'accès respectifs par rapport au sens des écoulements et vont permettre d'estimer la surface contributive au débit d'eaux issu des eaux de ruissellements à gérer.

Les données cartographiques du relief et des flux d'accumulation d'eau réalisés par le SPW ont permis de déterminer l'ensemble des surfaces contribuant à alimenter les axes de ruissellement moyen qui alimentent les points 1 et 2 respectivement. L'ensemble des surfaces général des eaux de ruissellement est appelé ci-après « bassin d'alimentation » du point 1 et 2.

### Bassin d'alimentation du point 1

Le bassin d'alimentation du point 1 est délimité par des fossés à l'est. Il s'étend sur une surface de 5,42 ha. Il est représenté à la figure suivante.

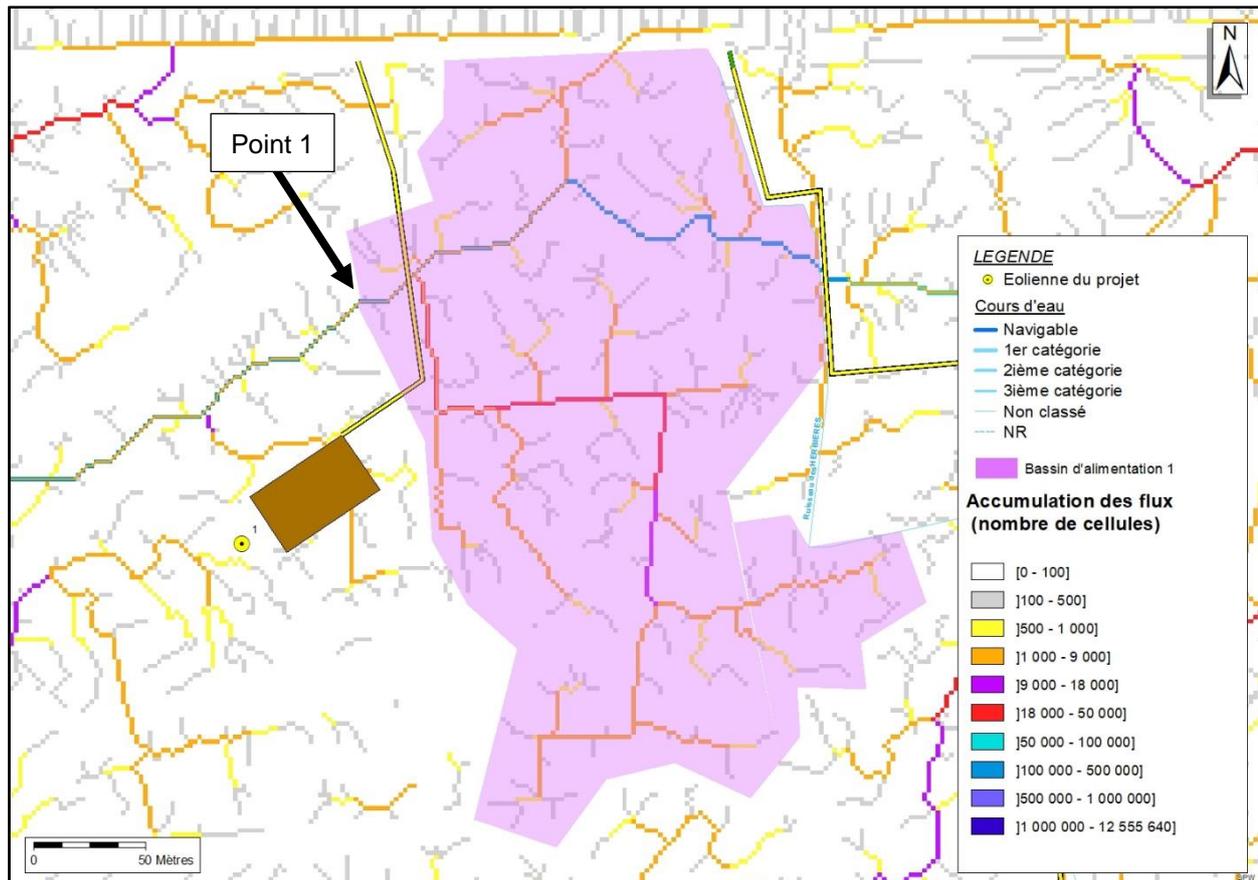


Figure 33. Bassin d'alimentation du point 1. NB : la légende pour les aménagements est reprise à la Figure 32.

Les coefficients de ruissellement appliqués au projet sont présentés au tableau suivant. Ils sont conformes au Guide du Groupe Transversal Inondation (GTI) qui est responsable du portail Inondations de la Région wallonne, et ont été choisis dans une approche maximaliste. Les surfaces mentionnées ci-après ont été dérivées par un processus de calcul des géométries des entités qu'ils comprennent.

Tableau 19 Valeur du coefficient de ruissellement du bassin d'alimentation du point 1

	Coefficient de ruissellement <sup>11</sup>	Surface (m <sup>2</sup> )	Surface pondérée (m <sup>2</sup> )
Champs cultivés	0,25	187	47
Prairies	0,15	42.516	6.377
Forêt bois	0,05	11.543	577
Total		54.246	7.001

Les débits à gérer pour les différentes périodes de retour et pour les durées de pluie sont repris dans le tableau suivant.

Tableau 20 Débits d'eaux de ruissellement à gérer pour une période de retour de 25 ans et pour les durées de pluie en situation projetée (bassin d'alimentation n°1)

**Pluie d'occurrence 25 ans**

Débit Qin(l/s)	Durée de pluie											
				1	2	3	6	12				
	10 min	20 min	30 min	heure	heures	heures	heures	heures	1 jours	2 jours	3 jours	
	198	143	115	67	39	28	16	10	6	3	2	

**Le débit d'eau à gérer au point 1 est de 198 l/s pour une pluie d'une période de retour de 25 ans et d'une durée de 10 min. Il est recommandé d'utiliser cette valeur pour dimensionner le caniveau au niveau du chemin d'accès vers l'éolienne n°1 afin de ne pas perturber les écoulements des eaux.**

A titre d'exemple, pour un caniveau de section rectangulaire, avec une pente de 2% et une profondeur de 0,15 m (par exemple s'il s'agit de la hauteur du chemin d'accès projeté par rapport au relief actuel à cet endroit-là), une largeur de 0,65 m permet de gérer un débit de 212 l/s donc ces dimensions sont suffisantes par rapport au débit de 198 l/s à gérer.

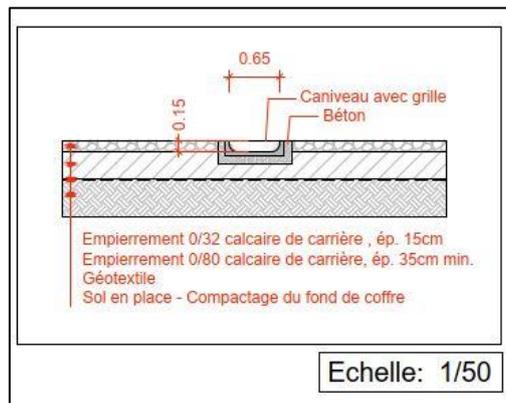


Figure 34 : Coupe de principe d'un caniveau à grillage (source : plans de la demande de permis unique, projet éolien à Boussu, Windvision S.A., 2022).

<sup>11</sup> Les coefficients de ruissellement utilisés sont tirés du document « Guide technique pour le dimensionnement des ouvrages de rétention », version du 07/06/2019, Groupe de travail « bassins d'orage » du GTI.,

## Bassin d'alimentation du point 2

Le bassin d'alimentation du point 2 est délimité par un fossé à l'ouest, la rue des Herbières au nord, un fossé au sud-ouest (le long du futur chemin d'accès) et par un fossé au sud. Il s'étend sur une surface de 2,12 ha. Il est représenté à la figure suivante. A noter que la délimitation du bassin d'alimentation n'a pas pris en compte les chemins d'accès à créer. Ceux-ci sont traités en tant que surfaces imperméabilisées (cf. point suivant).

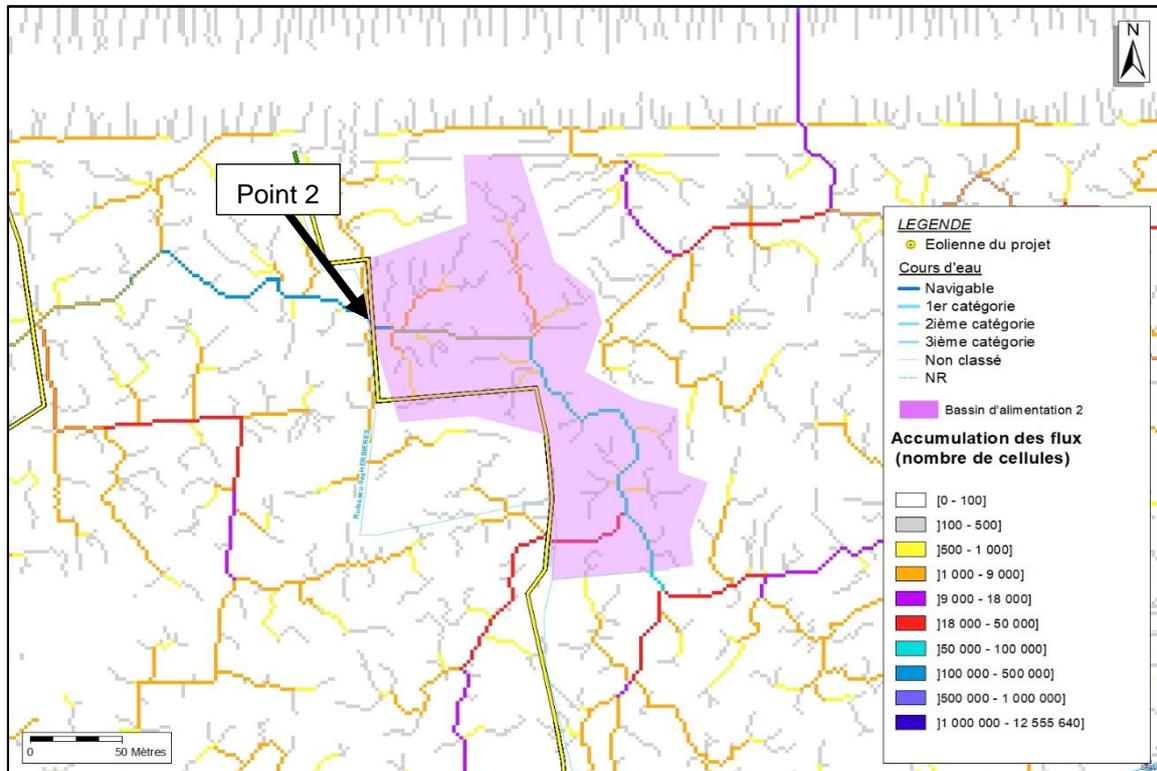


Figure 35 : Bassin d'alimentation du point 2. NB : la légende pour les aménagements est reprise à la Figure 32.

Les coefficients de ruissellement appliqués au projet sont présentés au tableau suivant. Ils sont conformes au Guide et ont été choisis dans une approche maximaliste. Les surfaces mentionnées ci-après ont été dérivées par un processus de calcul des géométries des entités qu'ils comprennent.

Tableau 21 Valeur du coefficient de ruissellement du bassin d'alimentation du point 2

	Coefficient de ruissellement <sup>12</sup>	Surface (m <sup>2</sup> )	Surface pondérée (m <sup>2</sup> )
Champs cultivés	0,25	9.255	2.314
Prairies	0,15	11.955	1.793
Total		21.210	4.107

Il faut remarquer qu'en ce point, la surface drainée par l'axe de ruissellement serait normalement de plus de 3 ha. La surface totale calculée de ce bassin d'alimentation est inférieure à 3 ha, ce qui est en contradiction avec l'axe de ruissellement intercepté par le projet d'au moins 3 ha. Cependant, l'auteur de l'étude a considéré le réseau de fossés présents dans la zone d'étude et la topographie afin de délimiter le bassin d'alimentation du point 2. Celui-ci se limite donc à 21.210 m<sup>2</sup>.

Les débits à gérer pour les différentes périodes de retour et pour les durées de pluie sont repris dans le tableau suivant.

<sup>12</sup> Les coefficients de ruissellement utilisés sont tirés du document « Guide technique pour le dimensionnement des ouvrages de rétention », version du 07/06/2019, Groupe de travail « bassins d'orage » du GTI.,

Tableau 22 Débits d'eaux de ruissellement à gérer pour une période de retour de 25 ans et pour les durées de pluie en situation projetée (bassin d'alimentation n°1)

**Pluie d'occurrence 25 ans**

	Durée de pluie										
	10 min	20 min	30 min	1 heure	2 heures	3 heures	6 heures	12 heures	1 jours	2 jours	3 jours
Débit Qin(l/s)	116	84	67	39	23	17	9	6	3	2	1

**Le débit d'eau à gérer au point 2 est de 116 l/s pour une pluie d'une période de retour de 25 ans et d'une durée de 10 min. Il est recommandé d'utiliser cette valeur pour dimensionner le caniveau au niveau du chemin d'accès commun vers les éoliennes n°2 et 3 afin de ne pas perturber les écoulements des eaux.**

A titre d'exemple, pour un caniveau de section rectangulaire, avec une pente de 2% et une profondeur de 0,15 m (par exemple s'il s'agit de la hauteur du chemin d'accès projeté par rapport au relief actuel à cet endroit-là), une largeur de 0,45 m est suffisante pour gérer un débit de 134 l/s donc suffisant par rapport au débit de 116 l/s à gérer.

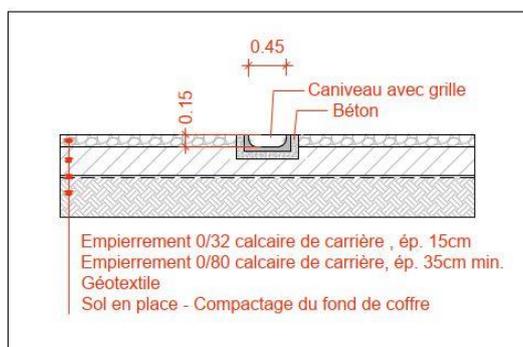


Figure 36 : Coupe de principe d'un caniveau à grillage (source : plans de la demande de permis unique, projet éolien à Boussu, Windvision S.A., 2022).

### 5.3.1.2 Incidences sur la continuité des cours d'eau

Le chemin d'accès permanent commun aux éoliennes 2 et 3 croise des cours d'eau non classés et peuvent par conséquent entraver la continuité de ceux-ci si aucune disposition n'est prise.

L'aire de montage de l'éolienne n°3 est prévue au-dessus du ruisseau des Herbières, cours d'eau de catégorie 3 au sens de l'Atlas des cours d'eau de Wallonie.

Les recommandations suivantes permettront de garantir la continuité hydraulique des cours d'eau interceptés par le projet du site éolien. Elles remplacent et précisent celles énoncées quant à la pose de pertuis dans l'EIE de 2021 du présent projet.

L'auteur de l'étude recommande la pose de pertuis à trois endroits afin de garantir un écoulement similaire à la situation existante des cours d'eau et fossés impactés par le projet :

- Dans le prolongement du ruisseau des Herbières en-dessous de l'aire de montage de l'éolienne n°2.
- Dans le prolongement du ruisseau des Herbières en-dessous du chemin d'accès permanent menant à l'éolienne n°3.
- Dans le prolongement du cours d'eau non classé/drain en-dessous du chemin d'accès permanent menant aux éoliennes 2 et 3.

Ces pertuis devront être dimensionnés afin de correspondre au maximum à la section des cours d'eau. Ainsi, l'écoulement des eaux ne sera pas perturbé.

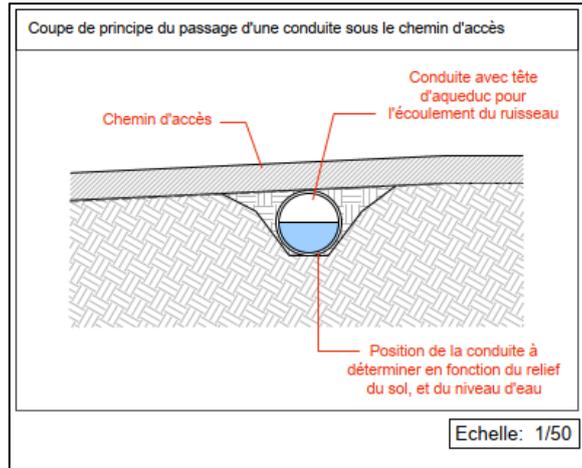
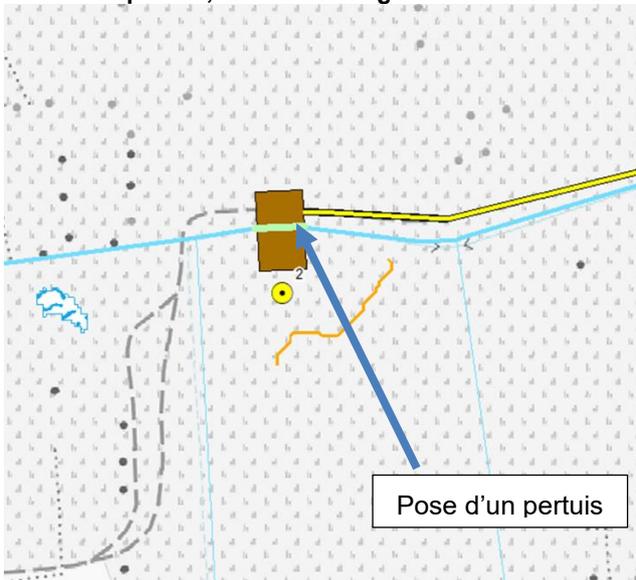


Figure 37 : Coupe de principe d'un puits ajusté à la section d'un cours d'eau (source : plans de la demande de permis unique, projet de parc éolien à Boussu, Windvision S.A., 2022).

Localisation des aménagements à prévoir pour garantir la continuité hydraulique des axes de ruissellement concentré de plus de 3 ha.

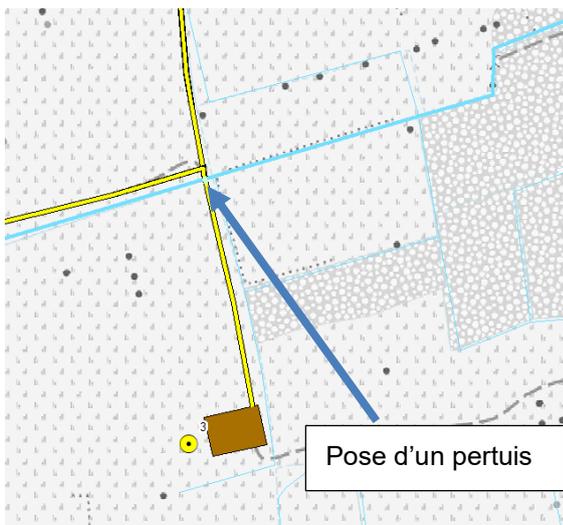
Localisation et éoliennes cibles	Caractéristiques
Légende :	
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: yellow;">●</span> Eolienne du projet</li> <li><span style="color: blue;">■</span> Cabine de tête</li> <li><span style="color: yellow;">—</span> Chemin d'accès permanent privé à créer sur fond privé (largeur de 5m)</li> <li><span style="color: green;">○</span> Puits</li> <li><span style="color: brown;">■</span> Aire de montage</li> </ul>	<p><u>Axes de ruissellement concentré</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: orange;">—</span> 3-10 ha</li> </ul> <p><u>Cours d'eau</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">—</span> Navigable</li> <li><span style="color: lightblue;">—</span> 1er catégorie</li> <li><span style="color: cyan;">—</span> 2ième catégorie</li> <li><span style="color: lightblue;">—</span> 3ième catégorie</li> <li><span style="color: lightblue;">—</span> Non classé</li> <li><span style="color: lightblue;">- - -</span> NR</li> </ul>

### Pose d'un puits, aire de montage de l'éolienne n°2



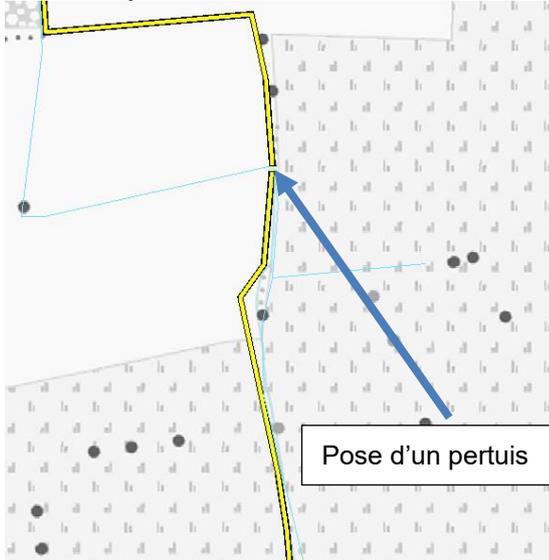
Type d'aménagement : puits  
 Longueur : 30 m  
 Profil : le même que celui du ruisseau des Herbières à cet endroit

## Pose d'un pertuis, chemin d'accès à l'éolienne 3



Type d'aménagement :  
pertuis  
Longueur : 5 m  
Profil : le même que celui  
du ruisseau des Herbières  
à cet endroit

## Pose d'un pertuis, chemin d'accès aux éoliennes 2 et 3



Type d'aménagement :  
pertuis  
Longueur : 5 m  
Profil : le même que celui  
du cours d'eau/drain

## 5.3.2 Imperméabilisation du terrain

La circulaire du 23 décembre 2021 relative à la constructibilité en zone inondable et l'avis GISER précise qu'il convient de s'assurer que le projet compense son imperméabilisation de manière à ne pas aggraver les écoulements vers l'aval.

Le projet induit une imperméabilisation partielle du terrain agricole (éoliennes, chemins d'accès, aires de montage), ce qui entraîne une réduction des possibilités d'infiltration et donc une augmentation du volume d'eau ruisselé en cas de pluie.

L'augmentation de la surface active (c'est-à-dire la surface participant au ruissellement) entre la situation existante et la situation projetée peut être estimée comme suit. Le coefficient de ruissellement de 0,15 présenté en situation existante est celui proposé par le GTI pour des occupations de sol correspondant aux prairies. A l'échelle de la zone d'emprise des aléas d'inondations de 127,37 ha, la surface occupée par le projet représente 0,85 % de la surface totale.

Tableau 23. Evolution des surfaces actives entre la situation existante et la situation projetée

	Surfaces [m <sup>2</sup> ]	Situation existante		Situation projetée	
		Coefficient de ruissellement <sup>13</sup>	Surface pondérée <sup>14</sup> (m <sup>2</sup> )	Coefficient de ruissellement	Surface pondérée (m <sup>2</sup> )
Aires de montage et voiries en empiérement stabilisés	Aires de montage : 4500 Chemins d'accès : 6290 Total : 10790,0	0,15	1618,5	0,9	9711,0
Cabine de tête	36,0	0,15	5,4	1,0	36,0
Eoliennes	38,5	0,15	5,8	1,0	38,5
<b>Total</b>	<b>10864,5</b>		<b>1629,7</b>		<b>9785,5</b>

Le Code de l'Eau (article R.227, §4) donne un ordre de priorité pour la gestion des eaux pluviales : d'abord par infiltration dans le sol, puis, en cas d'impossibilité technique, par écoulement de surface, et en dernier recours, via le réseau d'égout.

L'analyse de la situation existante met en évidence que les sols en place, au droit des éoliennes et aménagements annexes prévus, sont de type argileux à drainage défavorable. Une nappe phréatique permanente est suspectée à une profondeur comprise entre 40 et 80 cm et des taches d'oxydation indiquent la présence potentielle d'une nappe temporaire entre 0 et 30 cm de profondeur. De plus, un substrat tourbeux est présent entre 40 et 80 cm. Des sols de cette nature sont caractérisés par des conductivités hydrauliques théoriques inférieures à  $4 \cdot 10^{-6}$  m/s, ce qui les rend inaptes à gérer les eaux de ruissellement supplémentaires par infiltration.

La seconde option du Code de l'Eau est donc privilégiée. Elle vise à évacuer les eaux de ruissellement induites par le projet vers les eaux de surface ou dans une voie artificielle d'écoulement. En situation existante, le site du projet est traversé par un réseau de fossés, un ruisseau et un canal, mis en place pour drainer les terres agricoles afin de les rendre cultivables. Les eaux collectées par ce réseau aboutissent in fine dans le bras canalisé de la Haine. C'est donc dans ce réseau hydrographique qu'aboutiront les eaux de ruissellement induites par le projet.

En cas de rejet dans les eaux de surface, il est habituellement recommandé de temporiser les eaux préalablement à leur rejet à débit limité dans les eaux de surfaces. La valeur de 5 l/s.ha est le plus souvent prise comme valeur de référence pour ce rejet à débit limité.

<sup>13</sup> Les coefficients de ruissellement utilisés sont tirés du document « Guide technique pour le dimensionnement des ouvrages de rétention », version du 07/06/2019, Groupe de travail « bassins d'orage » du GTI.,

<sup>14</sup> La surface pondérée est égale à la surface multipliée par son coefficient de ruissellement. Elle permet de visualiser la participation de chaque zone du projet au ruissellement total. C'est la surface active.

Or, dans le cas du présent projet, il n'est pas possible de temporiser les eaux de ruissellement. En effet, les éoliennes et leurs aménagements annexes sont prévus dans une zone majoritairement plane. Les eaux de ruissellement générées par le projet s'écouleront donc de manière homogène dans toutes les directions. Cette répartition homogène des flux d'eau rend non pertinente l'installation d'un bassin de temporisation 'classique', qui ne pourrait pas recevoir en un flux concentré l'ensemble des eaux à temporiser.

En considérant les valeurs de précipitations pour une pluie de période retour de 25 ans et les valeurs présentées au tableau précédent, la situation existante a été comparée à la situation projetée en termes d'eau de pluie non infiltrée. Le projet, de par l'imperméabilisation des surfaces, induirait 231,1 l/s d'eau supplémentaire non infiltrée sur la surface d'emprise réelle du projet de 10864,5 m<sup>2</sup>, dans le cas d'une pluie de 10 min d'une intensité de 102,0 mm/h (période retour de 25 ans). Il faut remarquer que cette valeur de 231,1 l/s est maximaliste vu qu'elle considère un coefficient de ruissellement de 0,15 en situation existante, valeur proposée par le GTI pour des prairies. Or, les sols en présence indiquent que ce coefficient de ruissellement pourrait être supérieur à 0,15 (conductivité hydraulique de  $4 \cdot 10^{-6}$  m/s).

Sur base de ces considérations et considérant en particulier l'efficacité avérée du réseau drainant existant (fossé, ruisseau et canal), l'auteur d'étude estime que l'impact du projet sur les eaux non infiltrées n'est pas notable et qu'aucune mesure spécifique liée au système de drainage n'est recommandée.

L'auteur de l'étude recommande d'incliner les chemins d'accès permanent avec une pente d'environ 2% en direction des fossés et cours d'eau existants afin de faciliter l'évacuation des eaux pluviales vers le réseau existant.

### 5.3.3 Incidences dues aux aléas d'inondation par débordement

Pour rappel, le site est en zone d'aléa d'inondation par débordement moyen mais n'est pas en zone inondable pour une période de retour de 25 ans (selon la cartographie des zones inondables établies par le SPW). Le projet éolien se trouve en zone inondable pour une période de retour de 50 ans et de 100 ans.

#### 5.3.3.1 Hauteur d'eau et volume déplacé en cas d'inondation par débordement

L'auteur d'étude a estimé la hauteur d'eau attendue au droit du projet, dans l'objectif d'estimer le volume déplacé par l'implantation du projet en cas d'inondation par débordement conformément à ce qui est demandé par la circulaire relative à la constructibilité en zone inondable pour un niveau d'aléa moyen. Une note technique détaille le raisonnement pour l'estimation de la hauteur d'eau.

► Voir Annexe II : Note technique de l'estimation de la hauteur d'eau.

Sur base du Modèle Numérique de Terrain (SPW, 2013-2014), de l'analyse de la topographie des lieux et des infrastructures bordant cette zone, il a été estimé que l'eau pouvait monter de manière théorique jusqu'à 23,5 m d'altitude en cas de crue pour un scénario d'une période retour de 50 ans (pas d'inondation pour une période de retour de 25 ans). Dans un tel scénario, voilà ce qui serait attendu :

- Au droit du projet, les éoliennes, de manière maximaliste, pourraient être soumises à une montée des eaux allant jusqu'à 1,38 m de haut. La cabine de tête, quant à elle serait concernée par une montée des eaux de 0,84 m. En prenant en compte le fait que le site en projet n'est pas en zone inondable pour une période de retour de 25 ans (pas de montée des eaux durant 25 ans), qu'une montée des eaux de 0,84 m est possible pour une période de retour de 50 ans, l'auteur d'étude ne propose pas de recommandation spécifique. Cependant, le demandeur propose d'initiative d'élever la cabine de tête de 0,9 m par rapport au relief naturel.
- En ce qui concerne les chemins d'accès, ils seraient entièrement submergés sans occasionner des dégâts notables empêchant par la suite leur bonne utilisation. Dans le cas contraire, le demandeur devra remettre en état les voiries suite aux éventuels dégâts.

Sur la zone d'emprise de l'aléa d'inondation, à savoir la dépression dans laquelle se situe le projet, un volume total de 1017,7 m<sup>3</sup> d'eau serait déplacé. Cela signifie que sur les 128,34 ha de cette zone, le niveau de l'eau monterait globalement de 0,079 cm. Au vu de la topographie des lieux et des infrastructures existantes en

surplomb, la zone de rétention actuelle ne déborderait donc pas à cause de l'implantation des éoliennes en projet. En ce qui concerne le volume déplacé, l'impact est donc évalué à un niveau très faible.

Le tableau suivant reprend la profondeur de submersion des différents éléments du parc éolien en projet, ainsi que le volume d'eau déplacé et l'élévation de l'eau que ça engendrerait dans la zone d'emprise de l'aléa d'inondation dans laquelle s'insère le projet.

Tableau 24. Volume d'eau déplacé par chaque éolienne projetée et élévation de la hauteur d'eau en cas d'inondation par débordement jusque 23,5 m d'altitude.

	Elévation (m)	Submersion (m)	Volume d'eau déplacé (m <sup>3</sup> )	Elévation de la hauteur d'eau en cas d'inondation (cm)
Eolienne 1	22,12	1,38	17,7	0,001
Eolienne 2	22,50	1,00	12,8	0,001
Eolienne 3	22,45	1,05	13,5	0,001
Cabine de tête	22,66	0,84	30,2	0,002
Chemins d'accès	22,15	1,35	943,5	0,074
		<b>Total</b>	<b>1017,7</b>	<b>0,079</b>

Bien que le site éolien ne soit pas dans une zone d'inondation par débordement dans le scénario d'une période de retour de 25 ans, l'auteur de l'étude recommande, par principe de précautions, certaines dispositions techniques à prévoir pour chaque éolienne et pour la cabine de tête afin de diminuer la vulnérabilité des constructions et des personnes intervenant sur le site.

### 5.3.3.2 Vulnérabilité du projet

Des dispositions techniques, proposées par les constructeurs, sont envisagées par le demandeur afin d'assurer la non-vulnérabilité du projet face à une risque potentiel d'inondation au niveau du site.

En phase d'exploitation, les éléments prouvant de la non-vulnérabilité du projet et mis en place par le demandeur sont les suivants :

- L'accès à l'éoliennes se fait en hauteur. L'ouverture dans l'éolienne sera à environ 3 m au dessus du sol, aucune entrée d'eau ne peut être effective au niveau du mat de l'éolienne.

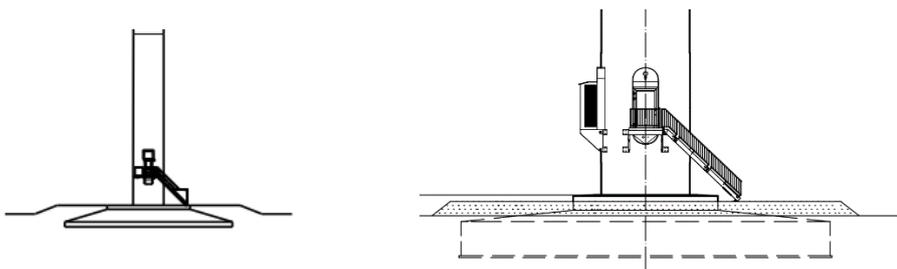


Figure 38: Extrait des fiches techniques des modèles Nordex à gauche et Enercon à droite.

- La mise en place d'une fondation « with buoyancy/ flottabilité » afin que la fondation puisse être entièrement enveloppée d'eau sans occasionner de dégât tout en garantissant sa stabilité. L'étude de sol et du dimensionnement des fondations en cas d'octroi de permis devra envisager la nécessité de mettre en place ce type de fondation.
- Mise en place de technique d'étanchéité (presse-étoupe, pâte d'étanchéité) au niveau des câbles électriques entrant dans la fondation des éoliennes et dans la cabine de tête.



Figure 39: Systèmes d'étanchéité des câbles pour l'entrée dans la cabine de tête ou la fondation (Windvision, 2022).

- Rehausser la cabine de tête de 90 cm par rapport au niveau naturel du sol.
- Augmenter l'épaisseur de empièvements de la fondation de la cabine de tête pour passer de 25 à 60 cm avec un diamètre de 60/120.

## 5.4 Conclusions

Le site éolien en projet s'implante dans une zone de dépression délimitée globalement par les voiries existantes. Le site est caractérisé par un réseau complexe de fossés de collecte redirigeant les eaux vers le ruisseau des Herbières. Au sein de cette dépression, le relief est relativement plat.

Vu la présence des trois éoliennes du projet en zone d'aléa d'inondation par débordement de niveau moyen et de la proximité du projet à des axes de ruissellement concentrés drainant plus de 3 ha, une analyse complémentaire a été réalisée et a conduit à de nouvelles recommandations telles que la mise en place de techniques d'étanchéité des câbles, le redimensionnement des pertuis ou la pose de caniveaux à grillage au niveau des chemins d'accès. D'initiative, le demandeur propose le rehaussement de la cabine de tête à 90 cm à partir du terrain naturel et l'accès aux éoliennes en hauteur dans l'éventualité d'une inondation du site (Zone inondable à une période de retour de 50 ans)

Ces dispositions techniques et aménagements permettraient d'assurer la continuité des axes de ruissellement concentré ou des cours d'eau/fossés en présence mais garantissent également de diminuer la vulnérabilité des infrastructures et éoliennes installées.

Une analyse a été menée pour évaluer l'incidence du projet en termes de volume déplacé par celui-ci en cas d'une crue. Il en découle que l'eau s'élèverait de 0,079 cm sur la zone d'emprise de l'inondation, ce qui n'impacterait pas les infrastructures existantes ou les habitations les plus proches. L'excédent eau resterait en effet dans sa zone de rétention existante.

Des dispositions sont également recommandées durant la phase de chantier afin de ne pas générer d'obstacles aux ruissellements et aux eaux circulant dans le réseau de fossés et cours d'eaux existants.

## 5.5 Recommandations

En plus des recommandations de l'EIE du 03.11.2021 il y a lieu d'ajouter :

- La mise en place d'une fondation « with buoyancy/ flottabilité » si l'étude de sol réalisée lors de la phase de réalisation l'exige.
- Mise en place de technique d'étanchéité (presse-étoupe, pâte d'étanchéité) au niveau des câbles électriques entrant dans la fondation des éoliennes et dans la cabine de tête.
- Augmenter l'épaisseur de empierrements de la fondation de la cabine de tête pour passer de 25 à 60 cm d'épaisseur avec un gravier de 60/120.
- Ne pas entreposer les terres issues du chantier à moins de 10 m des axes de ruissellement concentré et favoriser les zones surélevées. Etaler les zones excédentaires en
- Arrêter le chantier en cas d'inondations.
- Utiliser préférentiellement des plaques métalliques dans les prairies pour les chemins d'accès temporaires et aires de manœuvre.
- Eviter toute manœuvre en dehors des chemins d'accès prévus.
- Assurer le maintien des haies et rangées d'arbres existants.
- Poser des caniveaux à grillage dans les chemins d'accès au niveau du croisement avec les axes de ruissellement concentré, en respectant les débits suivant (1 caniveau à grillage au chemin d'accès vers l'éolienne n°1 avec débit à gérer de 198 l/s et un autre au chemin d'accès commun vers les éoliennes 2 et 3 avec débit à gérer de 116 l/s). Le fond de ces caniveaux devra être au niveau du sol existant.
- Poser des pertuis à section adaptée aux cours d'eaux et fossés qui sont traversés par les chemins d'accès vers les éoliennes 2 et 3 (2 pertuis) et au niveau de l'aire de montage de l'éolienne n°2 (1 pertuis).
- Incliner les chemins d'accès permanent avec une pente d'environ 2% en direction des fossés et cours d'eau existants.

## 6. Analyse paysagère complémentaire

### 6.1 Perception de l'ensemble du projet éolien depuis les habitations situées à moins de 600 m

L'étude d'incidences du 03.11.2021 a analysé la perception du projet éolien depuis les huit habitations situées en dehors des zones d'habitat du plan de secteur qui se trouvent à moins de 600 m d'une ou plusieurs éoliennes du projet.

L'auteur d'étude souhaite apporter une évaluation paysagère complémentaires quant à la perception du projet éolien dans son ensemble depuis les 8 habitations isolées situées à moins de 600 m des éoliennes en projet.

Pour rappel, les distances entre ces habitations et les éoliennes du projet sont reprises au tableau ci-dessous.

Tableau 25 : Distances entre les éoliennes et les habitations situées à moins de 600 m.

	Distance à l'éolienne 1 (m)	Distance à l'éolienne 2 (m)	Distance à l'éolienne 3 (m)
Rue des Sarts (1)	440	455	750
Rue Joseph Tamigniau 188 (2)	960	590	500
Rue Joseph Tamigniau 182-180 (3)	990	625	500
Rue Joseph Tamigniau 170 (4)	1095	730	545
Rue Joseph Tamigniau 168 (5)	1115	755	560
Rue Joseph Tamigniau 158 (6)	1160	805	590
Rive Gauche de la Haine 49 (7)	1040	670	555



Figure 40 : Localisation des maison isolées à moins de 600 m des éoliennes (source : Google 2021)

## 1. Ferme située rue des Sarts n°20

### Perception de l'ensemble du projet éolien

Depuis la façade du corps de logis orienté vers le projet, la visibilité des 3 éoliennes sera filtrée en raison de la présence d'obstacles visuels entre cette habitation et le projet. Les obstacles visuels sont les buissons, arbres grandes tiges et le dénivelé. Depuis les espaces extérieurs, les éoliennes seront principalement visibles depuis l'allée menant à la maison et les parties enherbées de part et d'autre de cette allée. Les éoliennes 2 et 3 se positionnent dans l'axe de cette allée et seront donc plus largement visibles.

Cette visibilité sera légèrement réduite depuis l'entrée de l'habitation. Depuis le reste des espaces extérieurs, les arbres hautes tiges situés sur et à proximité de la propriété, les bâtiments de la ferme et la haie située entre l'habitation et le projet limiteront la visibilité des 3 éoliennes.

► Voir PHOTOMONTAGE 02

### Perception de/des (l')éolienne(s) située(s) à moins de 4x sa(leur) hauteur totale

- Résultat d'analyse inchangé par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

## 2. Ferme située rue Joseph Tamigniau n°188

### Perception de l'ensemble du projet éolien

Depuis l'habitation, la végétation proche et un cordon boisé filtrent ponctuellement les vues. Depuis les fenêtres du rez-de-chaussée, le cordon boisé obstrue partiellement les vues. Depuis les fenêtres du premier étage les plus à l'est, les vues vers les éoliennes seront directes. Depuis le reste des ouvertures, les vues sont filtrées de façon variable selon le positionnement dans la bâtisse.

Depuis les espaces extérieurs situés à l'arrière de l'habitation, les vues sont cadrées par la végétation et obligent le regard à se diriger vers les éoliennes 1 et 2 et de manière excentrée vers l'éolienne 3. Les éoliennes 1 et 2 occuperont le couloir visuel principal de l'arrière de l'habitation et se placeront dans le même quadrant visuel, presque l'une derrière l'autre, tandis que l'éolienne 3 se placera sur leur droite. Depuis le reste des espaces extérieurs, la perception du projet dans son ensemble (3 éoliennes) sera variable en fonction de la position de l'observateur en raison du caractère bocager de la zone : tantôt une partie de mâ, tantôt la majorité d'une éolienne sera dissimulée.

► Voir PHOTOMONTAGE 24

### Perception de/des (l')éolienne(s) située(s) à moins de 4x sa(leur) hauteur totale

- Résultat d'analyse inchangé par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

## 3. Habitations situées rue Joseph Tamigniau n°182 et n°180

### Perception de l'ensemble du projet éolien

Les jardins et terrasses de ces habitations sont orientés vers le projet. Toutefois, les vues dans cette direction sont rapidement fermées par la végétation en général, et par un alignement d'arbres en particulier. Les trois éoliennes du projet seront donc dissimulées par ces obstacles visuels depuis cette habitation, de façon importante en été et plus partiellement en hiver.

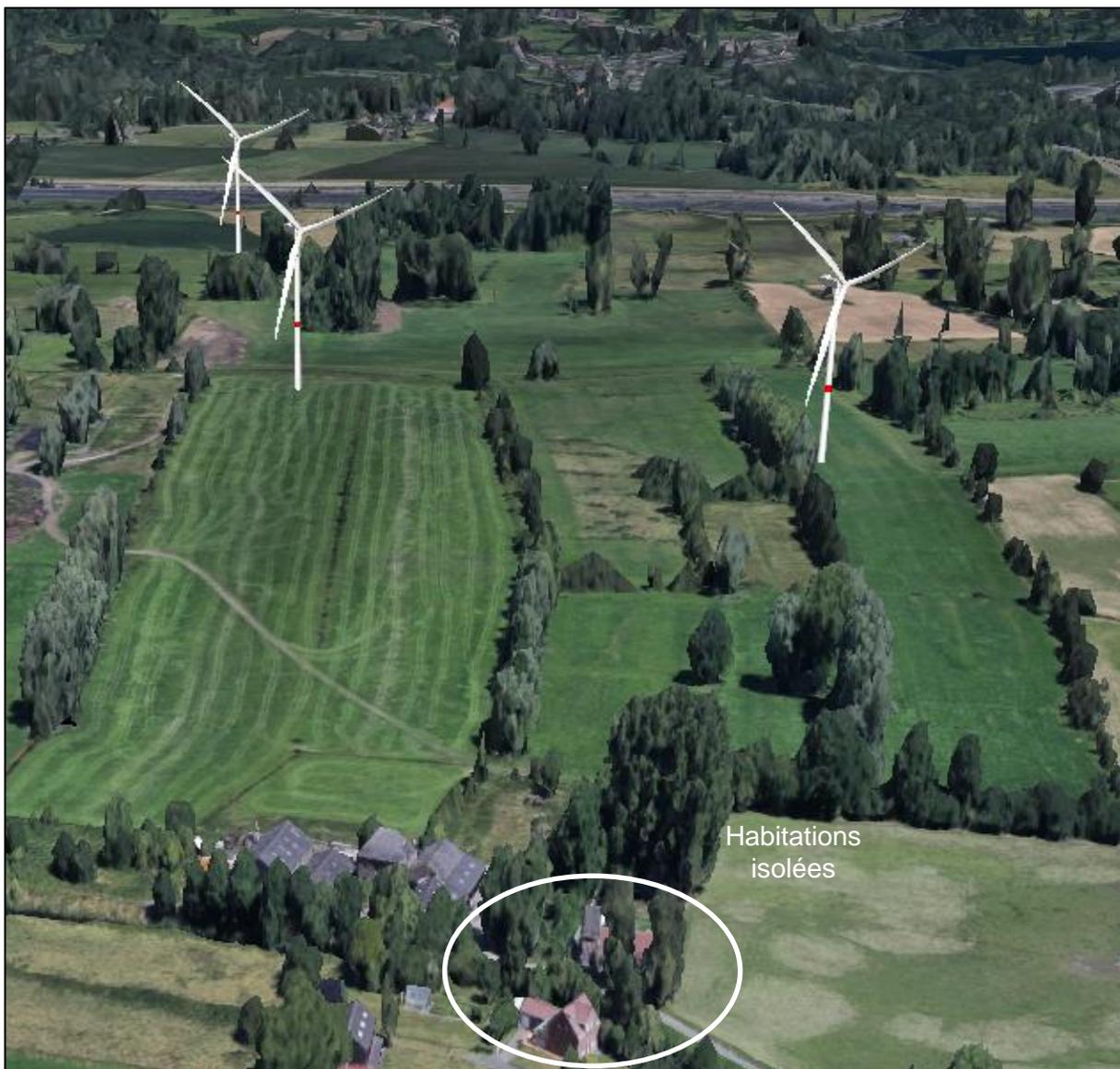


Figure 41 : Vue 3D au niveau des habitations rue Joseph Tamigniau n°182 et n°180, vers le projet éolien (source : GoogleEarth, 2020).

Perception de/des (l')éolienne(s) située(s) à moins de 4x sa(leur) hauteur totale

- Résultat d'analyse inchangé par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

**4. Habitation située rue Joseph Tamigniau n°170**

Perception de l'ensemble du projet éolien

Des obstacles visuels importants sont présents en direction des trois éoliennes du projet : depuis l'habitation, un entrepôt agricole, et depuis le jardin, une haie dense de conifères (type thuya/cyprès). Les vues seront ainsi fermées toute l'année en direction du site du projet. Les pales de l'éolienne 3 seront visibles par-dessus la haie depuis une petite partie du jardin, tandis que les éoliennes 1 et 2 ne seront pas visibles.

► Voir PHOTOMONTAGE 23

Perception de/des (l')éolienne(s) située(s) à moins de 4x sa(leur) hauteur totale

- Résultat d'analyse inchangé par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

## **5. Habitation située rue Joseph Tamigniau n°168**

### Perception de l'ensemble du projet éolien

Les espaces de vie de l'habitation s'aménagent principalement au nord de l'habitation, en direction du projet. Les vues sont longues et ouvertes et les obstacles visuels ne sont pas suffisants en nombre ni en hauteur pour masquer les trois éoliennes en projet. Les éoliennes 2 et 3 seront visibles principalement, l'éolienne 1 étant visible à l'arrière-plan. Les trois éoliennes occuperont une partie importante de la vue disponible depuis la terrasse.

► Voir PHOTOMONTAGE 22

### Perception de/des (l')éolienne(s) située(s) à moins de 4x sa(leur) hauteur totale

- Résultat d'analyse inchangé par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

## **6. Habitation située rue Joseph Tamigniau n°158**

### Perception de l'ensemble du projet éolien

En direction du site du projet, le jardin de cette habitation est bordé de haies de conifères et de végétation éparses. Cette végétation est suffisante pour masquer les trois éoliennes en projet en été et pour filtrer les vues en hiver.

► Voir PHOTOMONTAGE 01

### Perception de/des (l')éolienne(s) située(s) à moins de 4x sa(leur) hauteur totale

- Résultat d'analyse inchangé par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

## **7. Habitation située Rive gauche de la Haine n°49**

### Perception de l'ensemble du projet éolien

Les espaces de vie extérieurs s'aménagent principalement au niveau des façades qui ne sont pas orientées vers les trois éoliennes. Une haie, située entre l'habitation et le site du projet, est suffisante pour dissimuler presque totalement les trois éoliennes du projet en été et pour filtrer les vues en hiver.

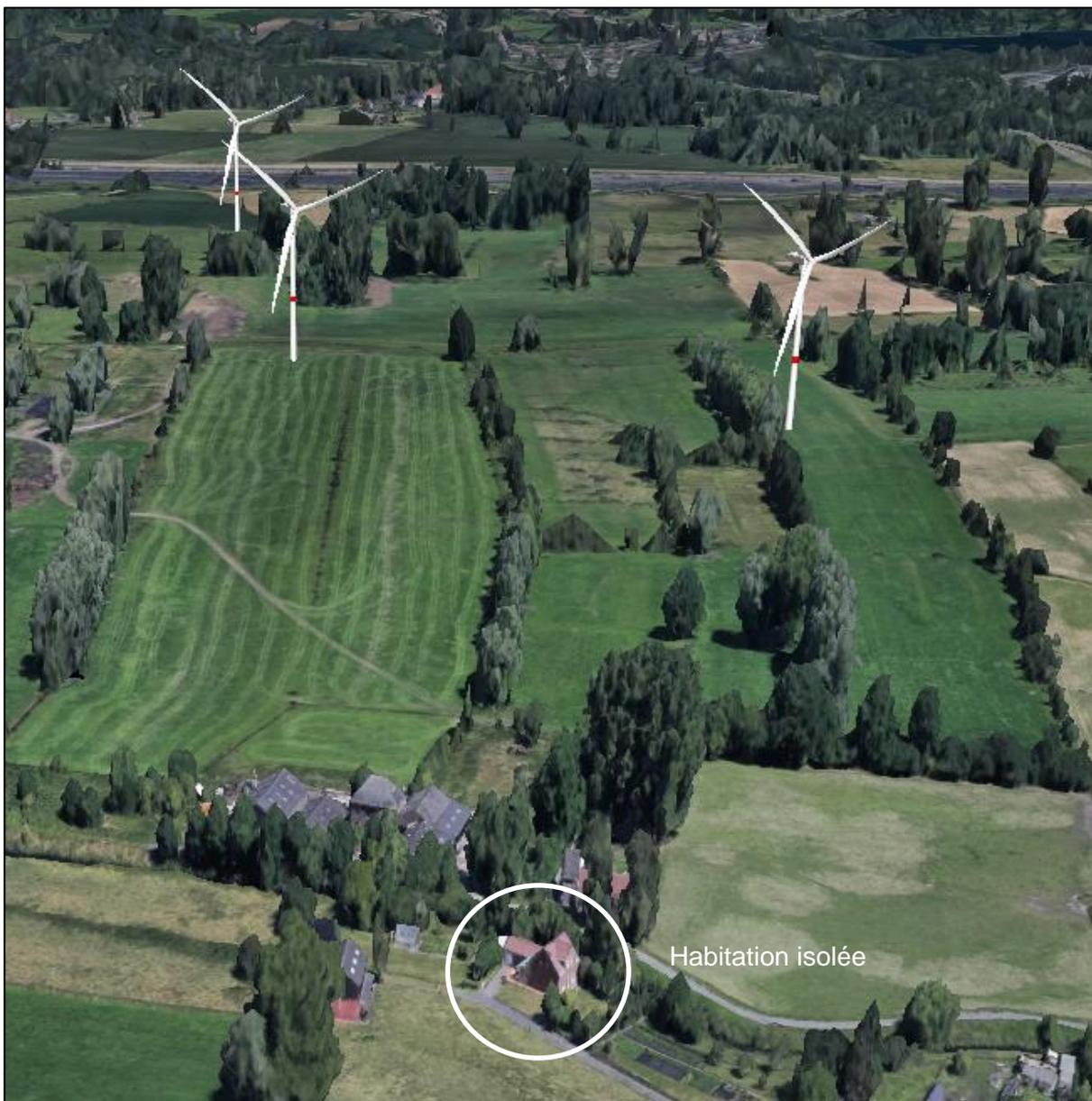


Figure 42 : Vue 3D au niveau de l'habitation sise Rive gauche de la Haine n°49 vers le projet éolien (source : GoogleEarth, 2020).

Perception de/des (l')éolienne(s) située(s) à moins de 4x sa(leur) hauteur totale

- Résultat d'analyse inchangé par rapport à l'EIE du 03.11.2021.

## 6.2 Perception du projet éolien depuis les habitations isolées situées entre 600 m (4 fois la hauteur totale) et 1 km

La présente section du complément d'informations vise à mettre en évidence la perception du projet éolien de Boussu depuis les habitations situées en dehors des zones d'habitat du plan de secteur situées au sein du périmètre d'étude immédiat du projet (rayon = 1 km) et à plus de 600 m des éoliennes en projet.

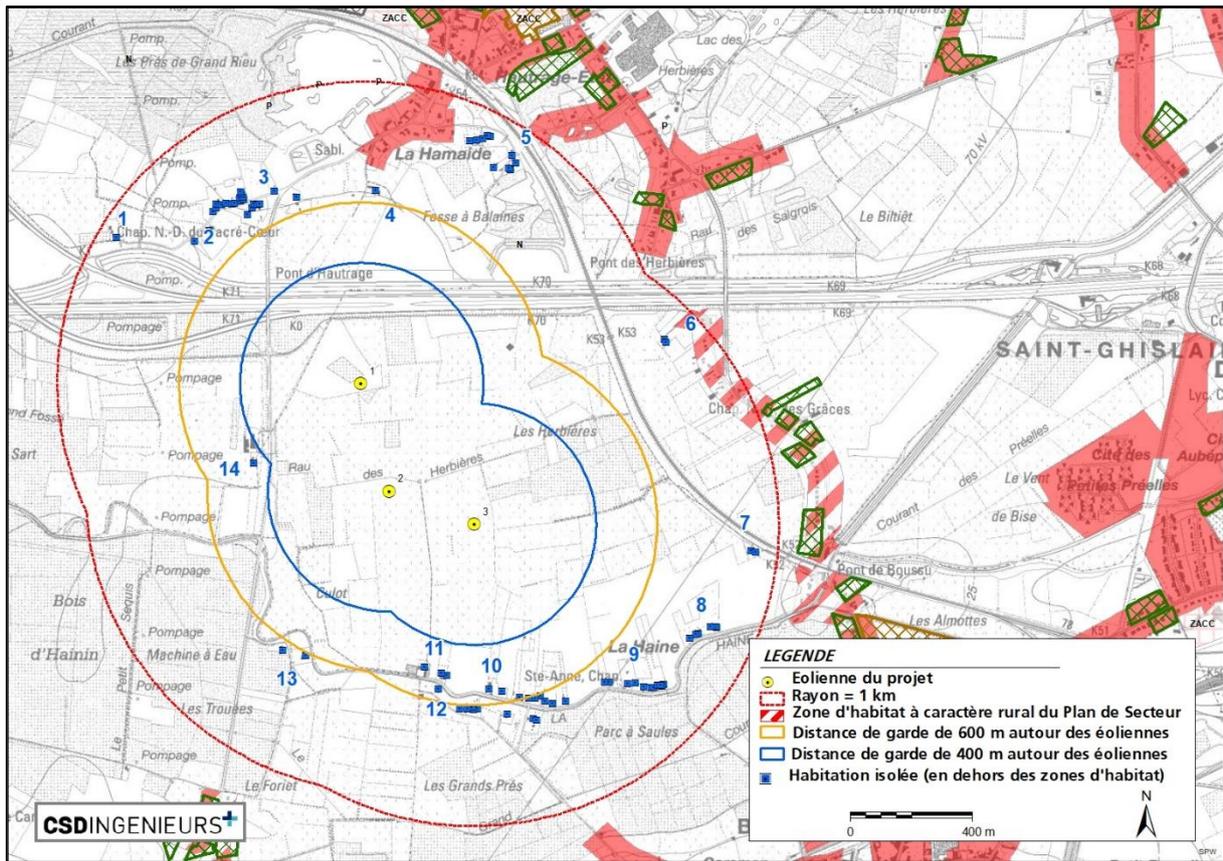


Figure 43 : Localisation des zones d'habitat et des habitations hors zones d'habitat les plus proches des éoliennes.

La carte ci-dessous illustre l'ensemble des habitations isolées comprises dans le périmètre d'étude immédiat (rayon = 1 km), classées en 14 groupes distincts. Seules les habitations comprises entre le périmètre de 600 m (en orange) et le périmètre de 1 km (en rouge) font l'objet d'une analyse complémentaire dans le présent complément d'étude. Ainsi, seuls les groupes 1 à 9, 10 (en partie), 12 (en partie) et 13 sont étudiés ci-dessous.

## Habitation située rue des Bats n°132 (1)

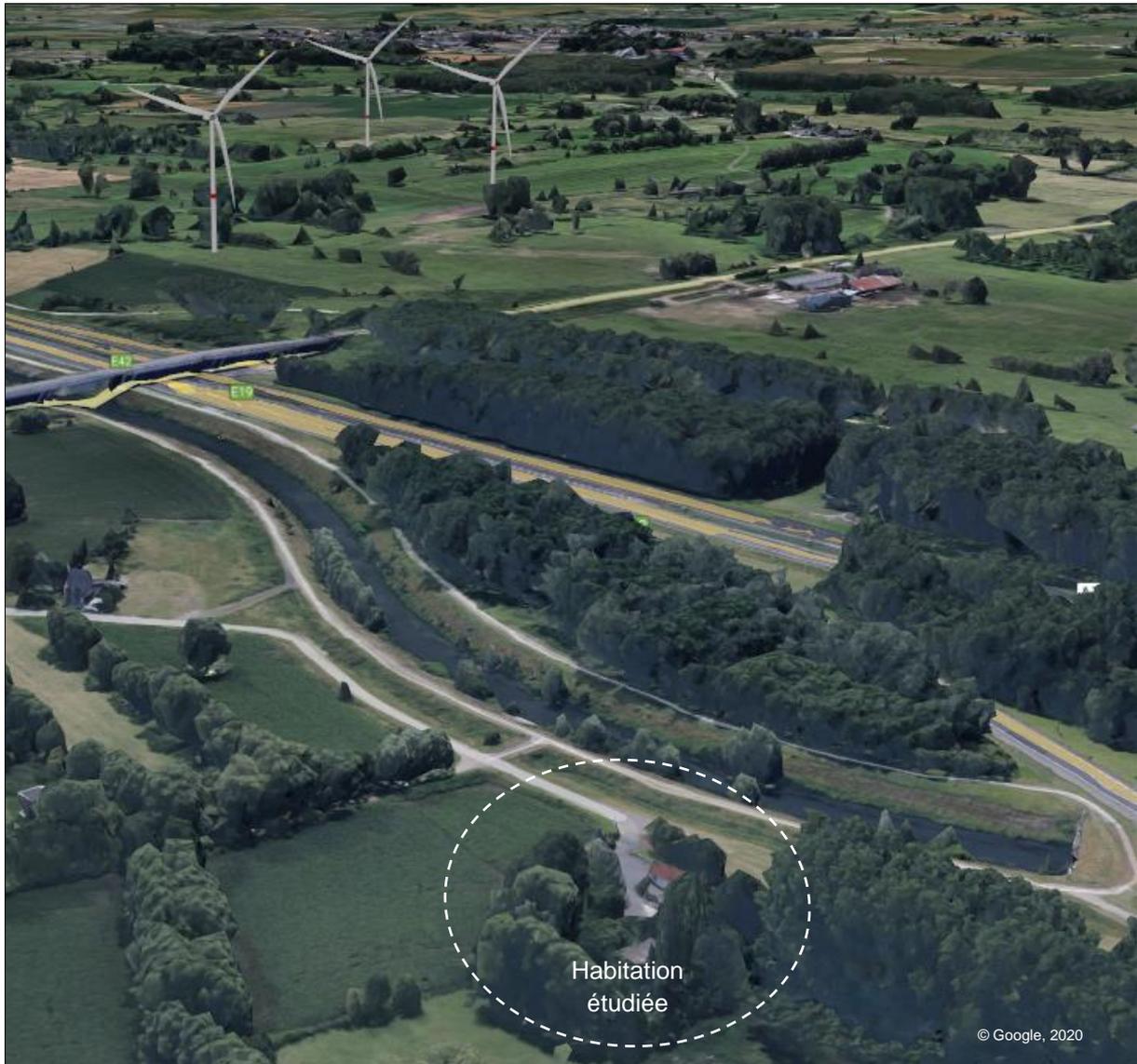


Figure 44 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis l'habitation située rue des Bats n°132 (1) en direction du projet.

Cette habitation est entourée d'arbres, à l'exception de l'allée d'entrée qui constitue la seule ouverture dans cette enceinte arborée. Les pales de l'éolienne 1 seront visibles dans l'axe de cette allée, tandis que les éoliennes 2 et 3 seront dissimulées par les arbres qui entourent l'échangeur E19-E42. Depuis les autres espaces de l'habitation, les éoliennes du projet seront dissimulées par les obstacles visuels arborés qui entourent le jardin. Les incidences paysagères du projet sur cette habitation sont jugées faibles et le parc ne sera dès lors pas visible dans son ensemble

## 22 habitations situées rue des Bats (2) et (3)

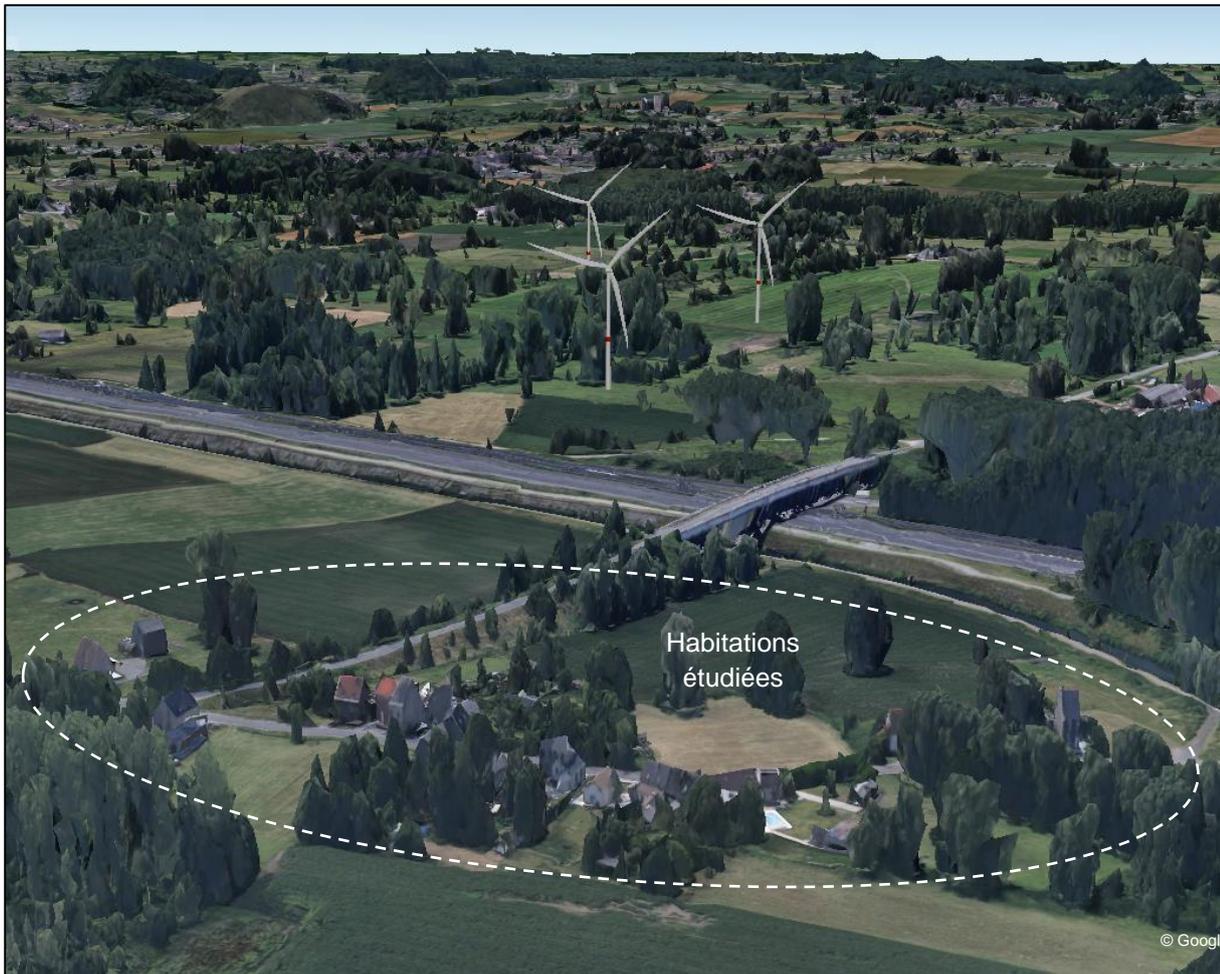


Figure 45 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 22 habitations situées rue des Bats (2) et (3) en direction du projet.

Les habitations se trouvent en périphérie ouest de la zone d'habitat de La Hamaide (Hautrage-Etat), au nord de l'autoroute E42/E19. Les habitations en bordure nord de la rue ont des jardins orientés en direction opposée au projet. Par contre, les façades arrière et jardins des autres habitations sont orientés vers le sud. Les éléments de végétation ponctuels proches et en bordure de l'autoroute limiteront la visibilité du projet. Les 3 éoliennes seront visibles par endroits de manière groupée avec l'éolienne n°1 à l'avant plan à la faveur d'une trouée visuelle dans la végétation et le bâti peu dense. Les incidences paysagères du projet sont jugées modérées.

## Habitation située rue des Bats n°29 (4)

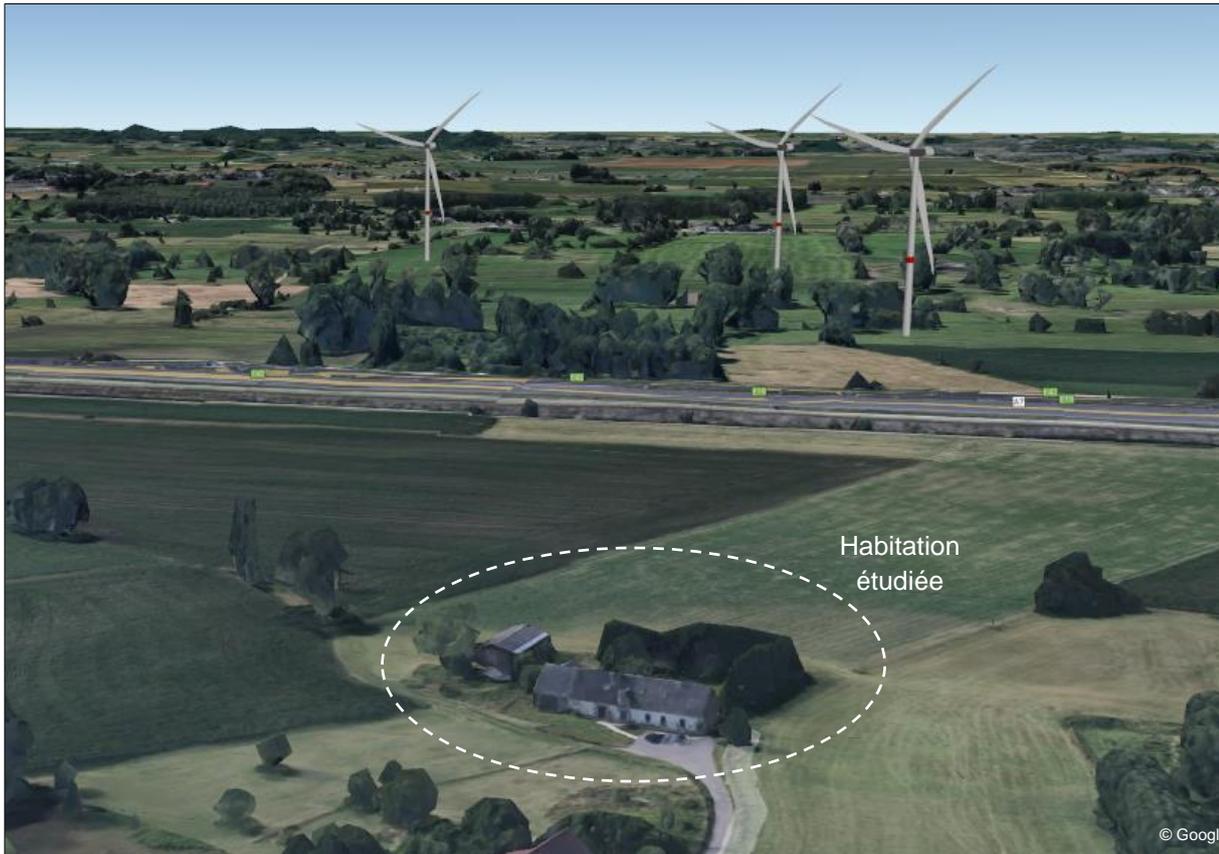


Figure 46 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis l'habitation située rue des Bats n°29 (4) en direction du projet.

Cette habitation dispose d'un espace-jardin orienté en direction du projet, entouré presque totalement par un alignement d'arbres d'une hauteur importante qui dissimulera les éoliennes du projet depuis la quasi-totalité des espaces de vie de l'habitation. Les éoliennes du projet seront uniquement visibles à la faveur de l'unique ouverture dans cet alignement, depuis l'ouest du jardin. Les 3 éoliennes seront visibles à l'arrière-plan de l'autoroute E42, la base du mât étant dissimulée par les arbres qui bordent certaines sections de cette voirie. Les incidences paysagères du projet sur cette habitation sont jugées limitées.

## 10 habitations situées rue des Anglais (5)

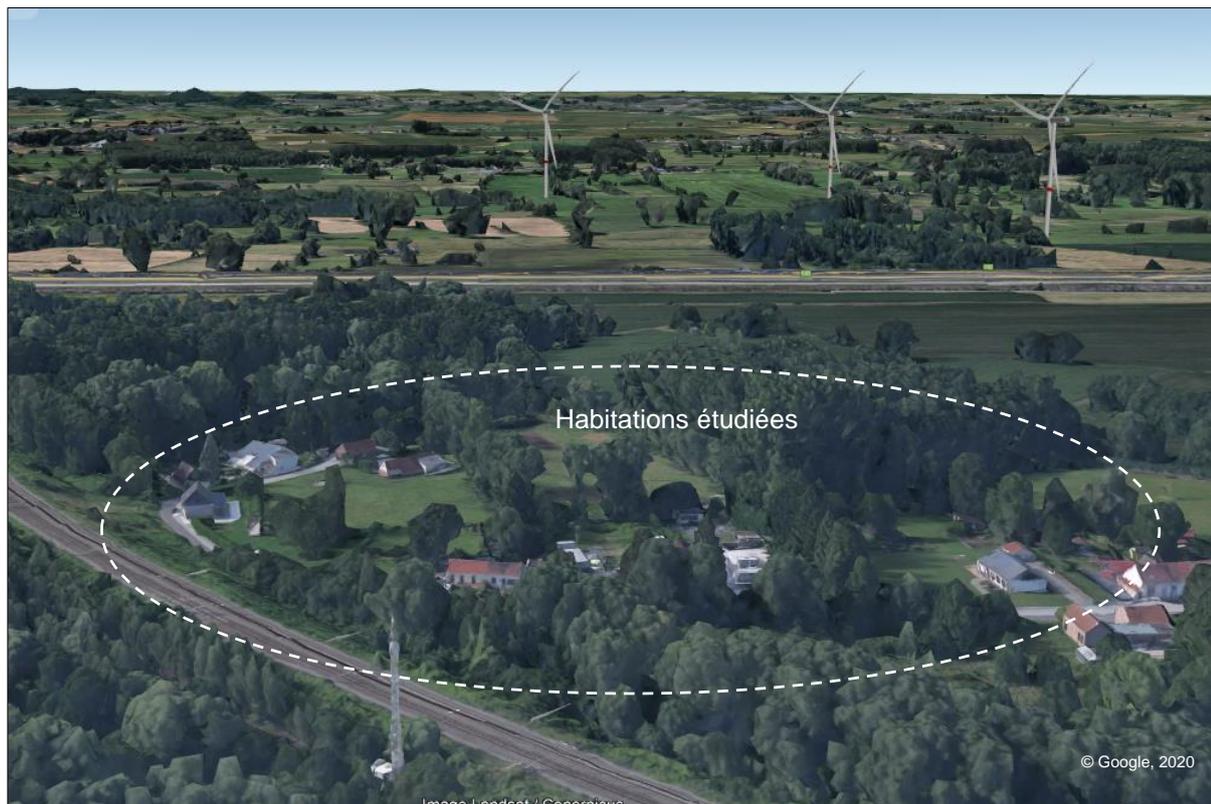


Figure 47 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 10 habitations situées rue des Anglais (5) en direction du projet.

Depuis ces habitations situées en périphérie de la zone d'habitat de La Hamaide (Hautrage-Etat), et dont les jardins sont orientés en direction du site du projet, la visibilité des trois éoliennes en projet sera ponctuelle, à la faveur d'ouvertures dans le bâti peu dense ou dans la végétation séparant le site du projet de ces habitations. Les incidences paysagères du projet sont jugées modérées. La perception générale du parc est cohérente, les éoliennes étant identifiables individuellement au sein du cadre paysager.

## Deux habitations situées rue des Herbières (6)



Figure 48 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les deux habitations situées rue des Herbières (6) en direction du projet.

Ces deux habitations s'implantent en retrait par rapport au front de voirie de la rue des Herbières, cette dernière et les autres habitations qui la bordent étant situées en zone d'habitat à caractère rural du plan de secteur.

Les jardins des deux habitations isolées sont orientés en direction du projet, mais comportent de nombreux éléments arborés de taille moyenne à importante. Ces obstacles visuels permettront de filtrer les vues sur les éoliennes mais la distance du projet permettra à ces dernières d'émerger de ces obstacles visuels. Pour ces habitations, la modification du cadre paysager engendrée par le projet sera modérée et la configuration du projet sera lisible en raison de l'alignement des 3 éoliennes.

## Deux habitations situées rue du Chemin de fer Hainaut Flandre (7)



Figure 49 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les deux habitations situées rue du Chemin de fer Hainaut Flandre (7) en direction du projet.

Les façades principales de ces habitations ne sont pas orientées vers le projet. Toutefois, un espace-jardin est présent au nord-ouest de l'habitation, en direction des éoliennes du projet. Ces dernières seront visibles à la faveur d'ouvertures entre les obstacles visuels arborés qui entourent le jardin, dans un quadrant visuel également occupé par un pylône électrique haute tension. La vue depuis cet espace-jardin est cadrée en direction des éoliennes n°2 et 3 par les éléments arborés qui bordent le jardin. Les incidences paysagères du projet sur cette habitation sont jugées modérées.

## 7 habitations situées rue Joseph Tamigniau (8)



Figure 50 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 7 habitations situées rue Joseph Tamigniau (8) en direction du projet.

Les habitations ont toutes leurs jardins orientés vers le nord. Le projet se trouve vers le nord-ouest. Les éléments de végétation en bordure des jardins et les nombreuses lignes d'arbres de grande dimension entre les habitations et le projet limiteront partiellement la visibilité de celui-ci. Les parties supérieures des machines resteront visibles par-dessus les éléments boisés. Compte tenu des obstacles de végétation, la modification du cadre paysager est jugée limitée.

## 11 habitations situées rue Joseph Tamigniau (9)

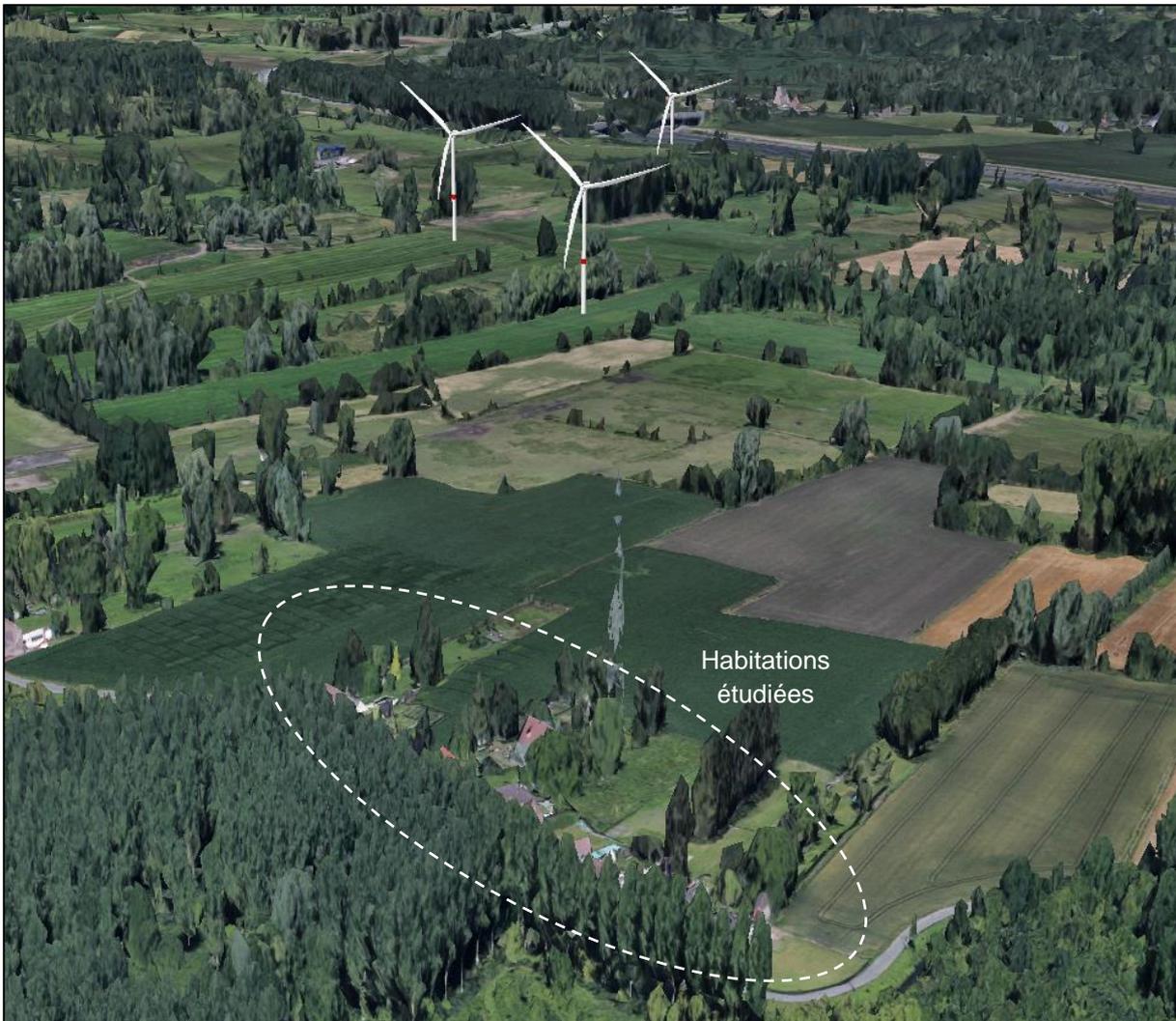


Figure 51 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 11 habitations situées rue Joseph Tamigniau (9) en direction du projet.

Les habitations ont toutes leurs jardins orientés vers le nord. Le projet se trouve vers le nord-ouest. Les éléments de végétation en bordure des jardins limiteront partiellement la visibilité de celui-ci. Les parties supérieures des machines resteront visibles par-dessus les éléments boisés. La perception générale du projet depuis ce point de vue entraînera une visibilité groupée des éoliennes projetées. Pour ces habitations, compte tenu des obstacles de végétation, la modification du cadre paysager engendrée par le projet est jugée modérée.

## 7 habitations situées rue Joseph Tamigniau (10)



Figure 52 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 7 habitations situées rue Joseph Tamigniau (10) en direction du projet.

Les habitations ont toutes leurs jardins orientés vers le nord, en direction du projet éolien. Des lignes d'arbres et éléments de végétation ponctuels de grande dimension limiteront la visibilité du projet. A la faveur d'une trouée visuelle entre ces obstacles, principalement depuis le fond des jardins, la modification du cadre paysager pourra être importante, notamment en raison de la proximité de l'éolienne n°3. Depuis les habitations en elles-mêmes, les obstacles visuels arborés limiteront les incidences visuelles du projet.

► Voir PHOTOMONTAGES 1

## Huit habitations situées Rive gauche de la Haine et rue Joseph Tamigniau (12)



Figure 53 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 8 habitations situées rue Rive gauche de la Haine et rue Joseph Tamigniau (12) en direction du projet.

Les habitations ont des orientations variables. De manière générale, ce sont les façades arrières et les jardins qui sont orientées vers le projet. Tandis que les façades avant sont orientées vers la rue, soit à l'opposé du projet. Des éléments ponctuels de bâti et une ligne plus ou moins continue d'arbres de grande dimension le long de la rue Joseph Tamigniau d'axe est-ouest font obstacle visuel en direction du projet depuis l'ensemble des habitations. Il sera toutefois visible en la faveur d'une trouée visuelle. En raison des obstacles présents, la modification du cadre paysager aux abords de ces habitations est jugée limitée.

## Deux habitations situées rue d'Hainin (13)



Figure 54 : Modélisation 3D des éoliennes du projet, du relief et des obstacles visuels locaux depuis les 2 habitations situées rue d'Hainin (13) en direction du projet

L'une des habitations se trouve au sein d'une zone de végétation et les vues depuis celle-ci seront limitées en direction du projet. Depuis l'autre habitation, dont le jardin est orienté vers l'est, les abords immédiats sont plus dégagés. Toutefois, vers le nord-est en direction des éoliennes, de nombreux éléments de végétation ponctuels et lignes d'arbres de grande dimension limiteront la visibilité du projet. Une trouée visuelle dans la végétation permettra une visibilité plus importante de l'éolienne n°2 mais la modification restera globalement limitée.

### 6.3 Mitage du paysage

Le Cadre de référence pour l'implantation d'éoliennes en Région wallonne de 2013 indique que : « *Les parcs se composant d'un minimum de 5 éoliennes seront prioritaires; sans préjudice de l'exploitation optimale du gisement éolien présent sur le site envisagé.*

*Si des parcs éoliens de plus petite taille doivent être envisagés, ils seront autorisés dans le souci de limiter le **mitage** de l'espace et pour autant qu'ils ne réduisent pas le potentiel global de la zone. L'extension des parcs existants et l'implantation des nouveaux parcs à proximité des infrastructures structurantes sont privilégiées. »*

*« En urbanisme, le mitage est la dissémination de constructions implantées dans des zones rurales ou en périphérie des agglomérations, entraînant une détérioration/banalisation du paysage et un recul du milieu*

naturel. [...] Pour les éoliennes, il s'agit de "mitage visuel" par la covisibilité avec d'autres parcs. [...] il y a covisibilité de deux [parcs éoliens] si l'un peut être vu depuis l'autre ou s'ils peuvent être visibles en même temps.»<sup>15</sup>

Il est à noter que depuis l'étude d'incidences de Boussu, le projet à l'instruction de Bernissart a été refusé. La possibilité de la participation au mitage du paysage avec ce projet ne sera donc pas étudiée dans ce chapitre.

En ce qui concerne les lieux de vie, le Cadre de référence requiert, pour des éoliennes de 150 m de hauteur totale, une distance d'exclusion de 600 m autour des zones d'habitat au plan de secteur (Hautrage-Etat, Saint-Ghislain, Boussu, Hainin, Thulin). Pour les habitations situées hors des zones d'habitat au plan de secteur, principalement localisées au nord et au sud du projet (rue des Bats et rue Joseph Tamigniau), une distance d'exclusion de 400 m est demandée. L'analyse des contraintes locales du site (faisceau hertzien, habitations isolées, zones boisées, interdistances entre éoliennes, contraintes aéronautiques) met en évidence qu'aucune extension future du parc n'est envisageable. Le site étudié ne permet donc pas l'implantation d'un parc de 5 machines.

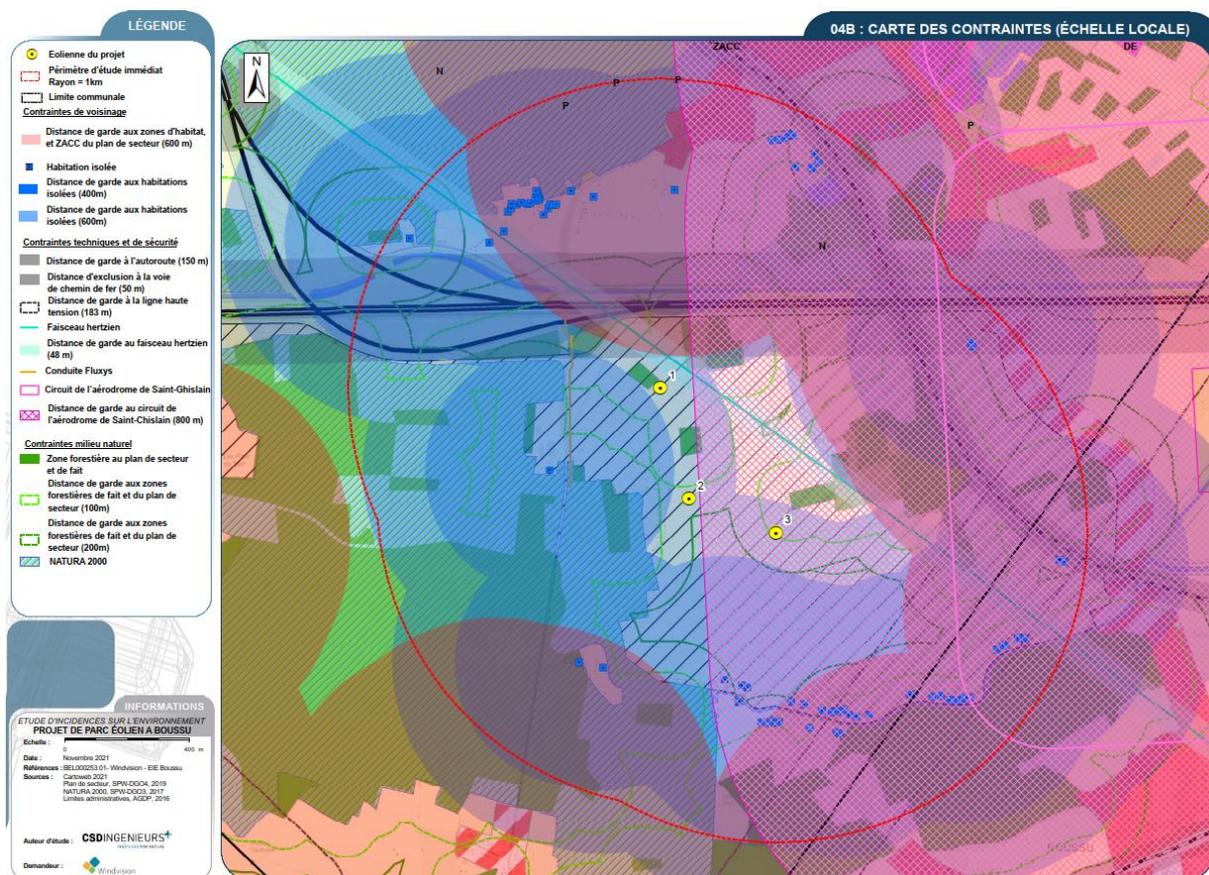


Figure 55: Carte des contraintes locales (EIE du 03.11.2021)

## 1. Analyse relative à un effet de mitage du paysage

L'analyse détaillée des situations de covisibilité de l'étude d'incidences du 03.11.2021 montrait que « les situations de covisibilité existeront principalement avec le parc existant de Dour-Quévrain et les projets de Bernissart et de Thulin, dans une zone délimitée par les villages de Dour, Boussu et Thulin pour le parc de Dour-Quévrain et des villages de Hautrage, Pommeroeul et Thulin pour le projet de Bernissart. Concernant le parc existant de **Dour-Quévrain**, depuis la majorité des points de vue d'où une situation de covisibilité sera rencontrée, il se place dans un quadrant visuel différent, voire opposé, à celui dans lequel se placera le projet de Boussu. Un « espace de respiration » est donc maintenu entre les deux parcs et projets éoliens. Leur

<sup>15</sup> Source : Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens ; Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, 2004.

identification dans le paysage en tant que deux parcs éoliens distincts sera donc aisée. Cette organisation en deux « clusters » permet d'éviter la dispersion des éoliennes dans le paysage. Depuis certains points de vue spécifiques (France) les deux parcs apparaîtront dans le même quadrant visuel, dans des plans différents du paysage et leur identification en tant que 2 parcs éoliens distincts sera possible grâce à l'« espace de respiration » susmentionné.

Dans le cas de figure où le projet de **Thulin**, actuellement à l'étude, serait déposé auprès de l'administration et autorisé, il s'associera visuellement avec le projet de Boussu depuis de nombreux points de vue dans un rayon de 6 à 7 km autour de ce dernier (communes de Hensies, Bernissart, moitié sud de Saint-Ghislain, ouest de Mons, Quaregnon, Boussu, Dour et Quiévrain). En France, les deux projets apparaîtront dans le même quadrant visuel, généralement proches voire superposés, formant un seul ensemble visuel. Les projets s'insèrent tout deux le long de l'autoroute E42/E19.

Le projet de Boussu vient s'insérer dans une zone actuellement libre d'éoliennes, à proximité d'un axe structurant autoroutier. Rappelons que la politique régionale encourage le développement des parcs éoliens le long des axes autoroutiers afin d'éviter le mitage du paysage.

- ▶ Voir PHOTOMONTAGES 03, 09, 16, 18

## 2. Analyse relative à la réduction du potentiel global de la zone

Suite à l'analyse des alternatives de localisation et la recherche menée par l'auteur d'étude dans un rayon de 10 km autour du projet, menées dans l'étude d'incidences du 03.11.2021, l'auteur d'étude conclut que le projet ne contribue pas à réduire le potentiel éolien de la zone étant donné qu'une seule alternative de localisation a été identifiée. Il s'agit du site de Ghlin-Baudour situé à environ 7 km au nord-est du site en projet. Il présente un potentiel éolien d'environ 6 machines et s'avère environnementalement compatible avec le projet. Ce site est d'ailleurs actuellement occupé par deux éoliennes existantes, par une éolienne autorisée, et par deux projets en développement.

- ▶ Voir CARTE n°8a : Territoires paysagers (ci-dessous)

En conclusion, en raison de l'exploitation maximale du site d'étude avec l'installation de trois machines, de sa localisation en bordure d'un axe important ainsi que de sa bonne intégration par rapport au parc existant de Dour-Quiévrain et avec les projets alentours, le projet de Boussu n'engendrera pas d'effet de mitage du paysage.

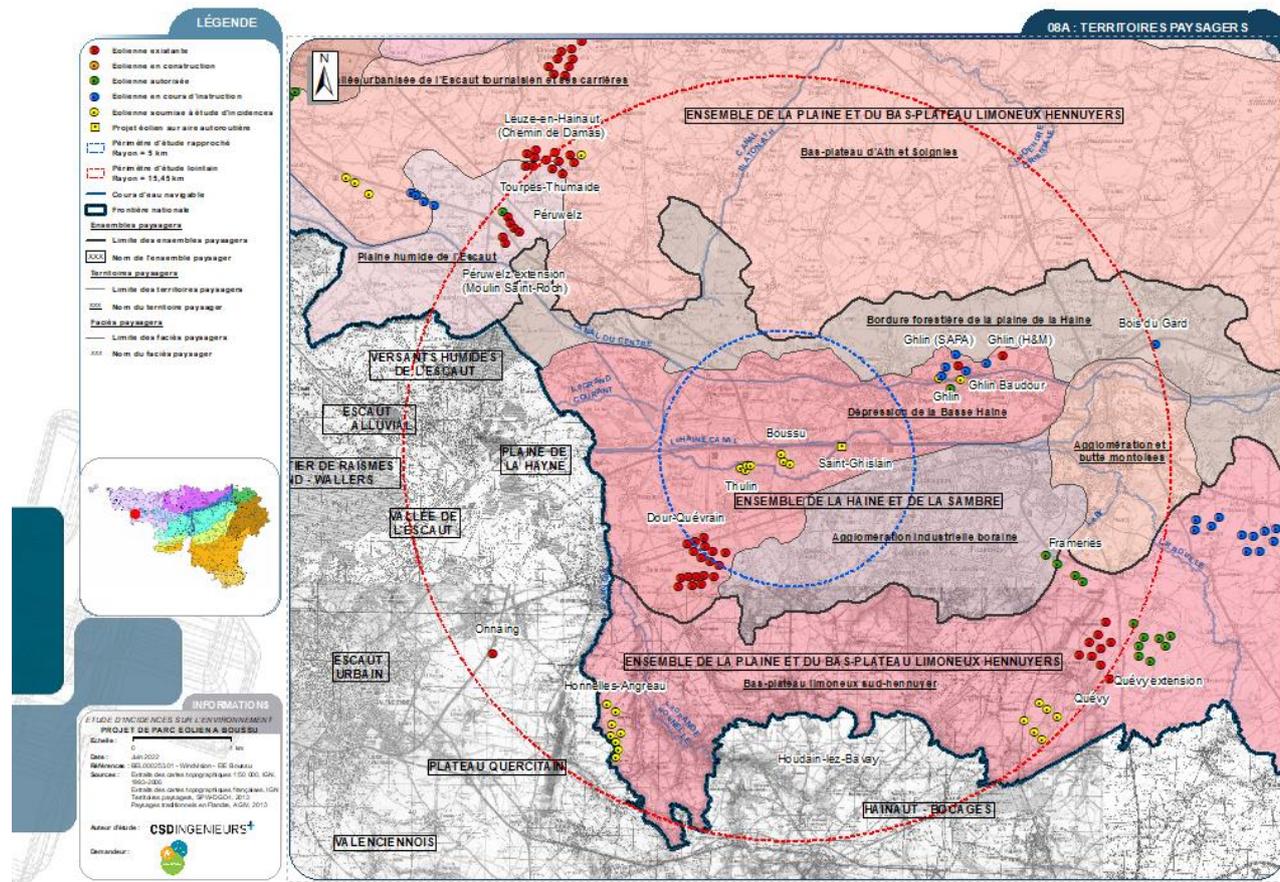


Figure : Carte n°8a : territoires paysagers

## 7. Conclusions

### 7.1 Conclusions du complément d'étude

Le 08 décembre 2021, la société Windvision a déposé une demande de permis unique visant l'implantation et l'exploitation d'un parc de 3 éoliennes d'une hauteur maximale de 150 m sur le territoire de la commune de Boussu. La demande de permis unique visait également l'aménagement des chemins d'accès, la construction d'une cabine de tête et la réalisation du raccordement électrique.

La demande de permis unique était accompagnée d'une étude d'incidences sur l'environnement réalisée par le bureau d'étude CSD Ingénieurs Conseils datée du 03 novembre 2021.

Le projet soumis à étude d'incidences est localisé au nord des villes et villages de Boussu et de Hainin et au sud de Hautrage-État et de Saint-Ghislain. Le site se situe au sud de l'autoroute E19 et à proximité de l'échangeur avec l'autoroute E42.

En date du 28 décembre 2021, les Fonctionnaires technique et délégué ont déclaré au promoteur que la demande de permis était incomplète en précisant que parmi les 2 modèles étudiés dans l'étude d'incidence du 03.11.2021, Nordex et Senvion, les turbines de ce dernier n'étaient plus disponibles (faillit). Le demandeur propose donc de produire un complément d'information à l'étude d'incidences accompagnée de modification des plans de la demande de permis unique. L'objectif est de remplacer le modèle Senvion 3.45MW M122 qui était présenté dans le rapport final de l'étude d'incidences du 03.11.2021 par le modèle Enercon E-115 EP3 d'une puissance nominale de 2.99 MW. Le modèle Enercon E-115 s'ajoute donc au modèle étudié dans l'EIE de 03.11.2021 qui était la Nordex N117. De plus, l'auteur d'étude apporte des informations complémentaires à l'étude d'incidences du 03.11.2021 concernant l'impact lié aux eaux de surface et concernant les analyses paysagères.

Les conclusions de l'évaluation environnementale du présent complément sont les suivantes :

Concernant les enjeux liés au paysage, le demandeur propose l'étude d'un nouveau modèle dans le cadre de cette étude : l'Enercon E115 EP3 E3, en plus de la Nordex N117 précédemment analysée. En raison de la valeur identique de leur ratio « diamètre rotor/hauteur totale » (0,78 et 0,77), la perception générale des éoliennes depuis l'ensemble des points de vue sera identique. La seule différence à pointer ici est la forme de la nacelle de l'Enercon, possédant un disque à l'arrière des pales, alors que celle du modèle Nordex est complètement rectangulaire. Cette différence ne sera toutefois pas perceptible au-delà de 2 km. La mise en place de fondation présentant une partie au-dessus du terrain naturel (modèle Enercon) s'intègre globalement de manière favorable au sein du paysage local (coffrage végétalisé) ponctué par un micro-relief associé à des éléments naturels.

Concernant l'analyse des impacts liés à l'environnement sonore, les modélisations acoustiques réalisées pour des éoliennes de type Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES indiquent un dépassement des valeurs limites acoustiques des conditions sectorielles de 2021 pour toutes les périodes au niveau de la rue des Sarts à Saint-Ghislain. Par conséquent, un programme de bridage adéquat doit être prévu pendant les périodes de jour, transition et nuit, afin de garantir le respect des valeurs limites acoustiques des conditions sectorielles. Sur base des données communiquées par le constructeur et des modélisations acoustiques, cet objectif est réalisable mais induit une perte de production de 0,8%.

Concernant l'analyse des impacts liés à l'ombre mouvante, l'impact du projet dans les zones sensibles à l'ombre mouvante est susceptible de concerner principalement des habitations situées à Boussu et Saint-Ghislain. De manière à respecter le cas le plus défavorable, l'auteur d'étude recommande d'équiper les éoliennes n° 1, 2 et 3 d'un module spécifique (shadow module).

Concernant l'estimation de la production électrique annuelle du parc selon le modèle Enercon E115 2,99 les analyses et conclusions du chapitre Energie et climat de l'EIE du 03.11.2021 restent valables. La production des 3 éoliennes projetées dans le cas de figure du modèle Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE sera d'environ 19 045 MWh/an. Cette production est équivalente à la consommation annuelle

d'électricité de minimum environ 5 147 ménages wallons. Concernant le magnétisme la valeur maximale du champ généré lors des pics de courant ne devrait pas dépasser 1,02  $\mu\text{T}$  et aucun dépassement n'est à prévoir à la projection verticale de l'axe du câble.

Vu la présence des 3 éoliennes du projet en zone d'aléa d'inondation par débordement de niveau moyen, et la présence de plusieurs axes de ruissellement, une analyse complémentaire a été réalisée et conduit à de nouvelles recommandations de l'auteur d'étude ou à la mise en place d'initiative par le demandeur de mesures telles que la mise en place de techniques d'étanchéité des câbles, le rehaussement de la cabine te tête, l'accès aux éoliennes en hauteur, le redimensionnement des pertuis ou la pose de caniveaux à grillage au niveau des chemins d'accès.

Trois analyses paysagères complémentaires ont été réalisées. La première concerne l'impact du projet dans son entièreté sur les habitations isolées situées à moins de 600 m du projet. La seconde concerne l'analyse de l'impact du projet sur les habitations isolées situées entre 600 m et 1 km. En fin, une analyse du mitage conclue qu'en raison de l'exploitation maximale du site d'étude avec l'installation de trois machines, de sa localisation en bordure d'un axe important ainsi que de sa bonne intégration par rapport au parc existant et projets aux alentours, le projet de Boussu n'engendrera pas d'effet de mitage du paysage.

## 7.2 Recommandations de l'auteur d'étude

En plus des recommandations de l'EIE du 03.11.2021, l'auteur d'étude fait les recommandations suivantes :

Mesures complémentaires	Phase	
	Réalisation	Exploitation
Végétaliser le coffrage qui entoure la fondation hors sol du modèle Enercon	X	
La mise en place d'une fondation « with buoyancy/ flottabilité » si l'étude de sol réalisée lors de la phase de réalisation l'exige.	X	
Mise en place de technique d'étanchéité (presse-étoupe, pâte d'étanchéité) au niveau des câbles électriques entrant dans la fondation des éoliennes et dans la cabine de tête.	X	
Augmenter l'épaisseur de empièvements de la fondation de la cabine de tête pour passer de 25 à 60 cm d'épaisseur avec un gravier de 60/120.	X	
Ne pas entreposer les terres issues du chantier à moins de 10 m des axes de ruissellement concentré et favoriser les zones surélevées.	X	
Arrêter le chantier en cas d'inondations.	X	
Utiliser préférentiellement des plaques métalliques dans les prairies pour les chemins d'accès temporaires et aires de manœuvre.	X	
Eviter toute manœuvre en dehors des chemins d'accès prévus.	X	
Assurer le maintien des haies et rangées d'arbres existants.	X	
Poser des caniveaux à grillage dans les chemins d'accès au niveau du croisement avec les axes de ruissellement concentré, en respectant les débits suivant (1 caniveau à grillage au chemin d'accès vers l'éolienne n°1 avec débit à gérer de 198 l/s et un autre au chemin d'accès commun vers les éoliennes 2 et 3 avec débit à gérer de 116 l/s). Le fond de ces caniveaux devra être au niveau du sol existant.	X	
Poser des pertuis à section adaptée aux cours d'eaux et fossés qui sont traversés par les chemins d'accès vers les éoliennes 2 et 3 (2 pertuis) et au niveau de l'aire de montage de l'éolienne n°2 (1 pertuis).	X	
Incliner les chemins d'accès permanent avec une pente d'environ 2% en direction des fossés et cours d'eau existants.	X	

**CSD INGENIEURS SA**

Axel VANDEREYCKEN (chef de projet)

Docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique

Namur, le 09 juin 2022

## **COREFERENT**

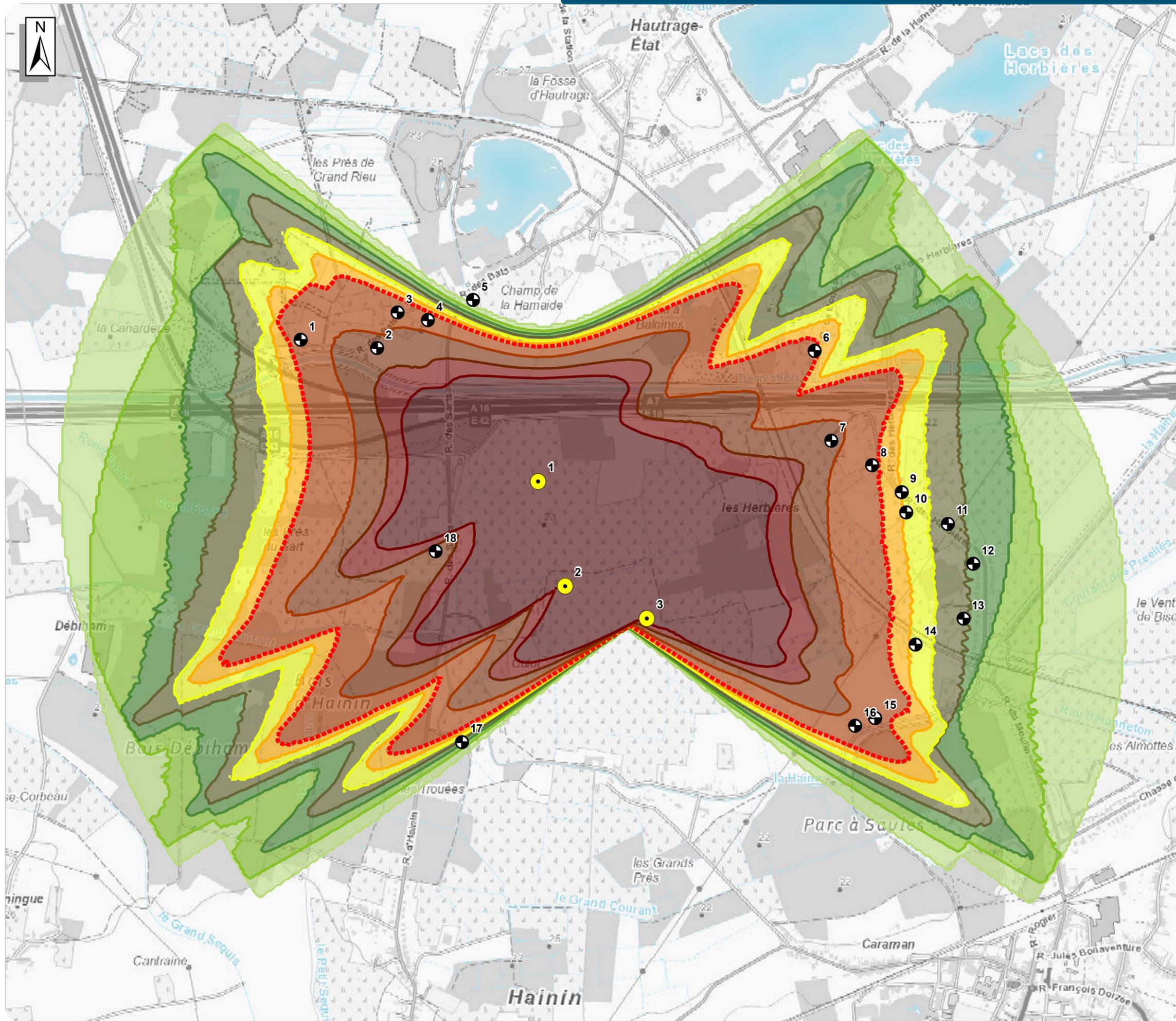
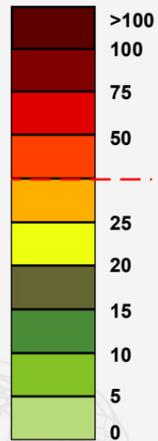
Alessandra HOLLOGNE (Géographe)

Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).

Légende

-  Eolienne du projet
-  Récepteur

Durée journalière d'exposition à l'ombre  
(en minutes)



**CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEURS PAR NATURE

Information

COMPLÉMENT D'ÉTUDE  
D'INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT  
PROJET DE PARC ÉOLIEN A BOUSSU

Echelle : 0 500 m

Date : avril 2022

Références : BEL000253.01

Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000, IGN, 2022  
Modélisation ombrage CSD Ingénieurs, 2022

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**

Demandeur :

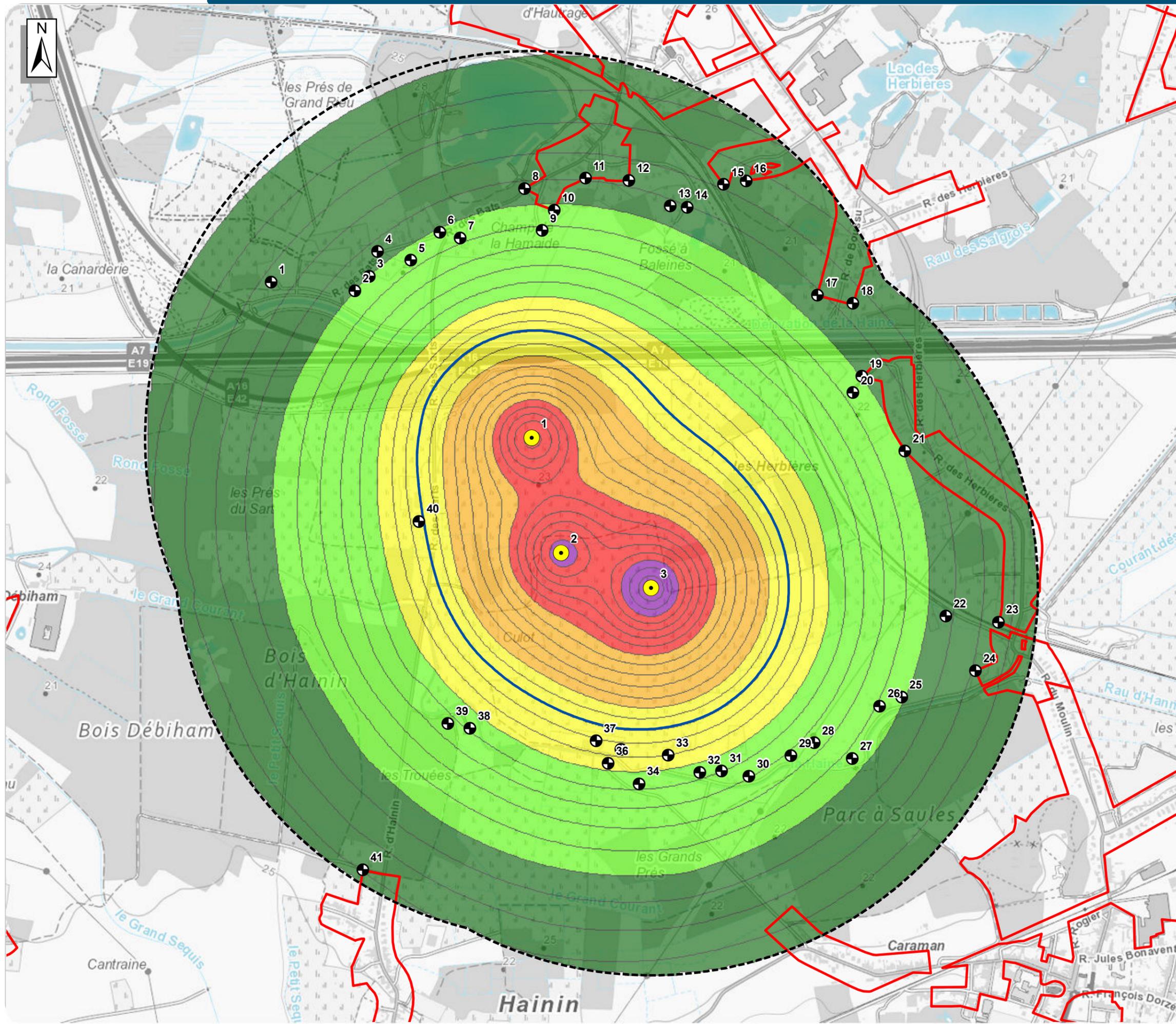


Légende

-  Eolienne en projet
  -  Récepteur
  -  Périmètre d'étude immédiat  
Rayon = 1,2km
  -  Zones d'habitat ou d'habitat à caractère rural ou ZACC
- Niveau de bruit à l'immission**
-  > 55 dB(A)
  -  > 50 dB(A)
  -  > 45 dB(A)
  -  > 40 dB(A)
  -  > 35 dB(A)
  -  > 30 dB(A)
-  Valeur limite de 43 dB(A)

Modélisation à puissance acoustique permettant le respect de la valeur limite de la période nocturne définie par l'AGW des conditions sectorielle de 2021 (cf. rapport final)

Enercon E115 EP3 E3 2,99 MW TES	
N°	Nuit
1	100,4 dB(A)
2	101,4 dB(A)
3	Pas de bridage



**CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEURS PAR NATURE

Information

COMPLÉMENT D'ÉTUDE  
D'INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT  
PROJET DE PARC ÉOLIEN A BOUSSU

Echelle : 0 500 m  
Date : avril 2022  
Références : BEL000253.01  
Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000, IGN, 2022  
Modélisation acoustique CSD Ingénieurs, 2022

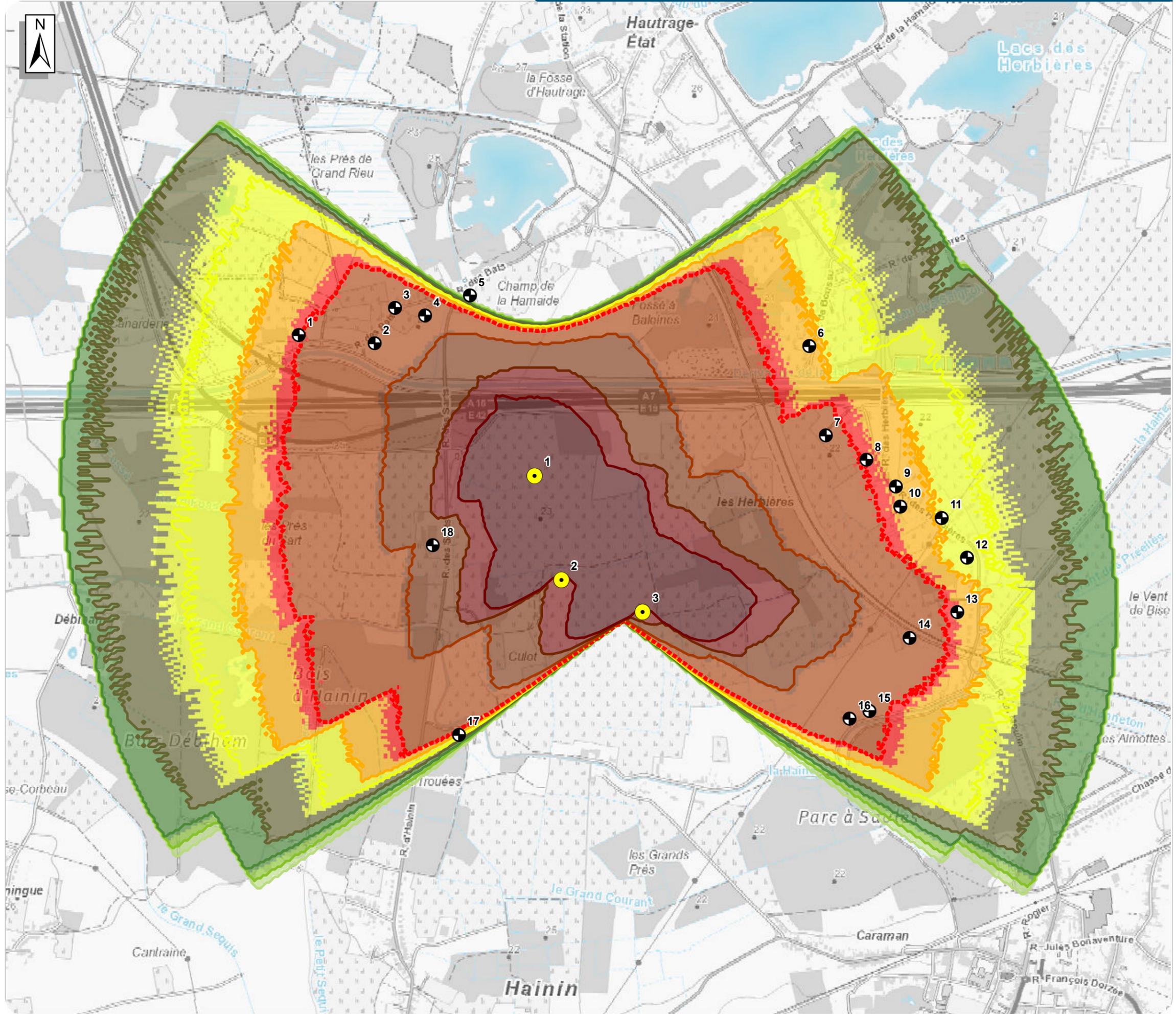
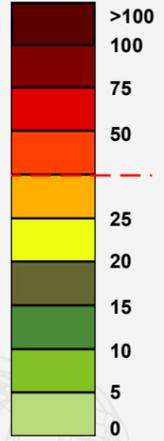
Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**

Demandeur : 

Légende

-  Eolienne du projet
-  Récepteur

Durée journalière d'exposition à l'ombre (en minutes)



**CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEURS PAR NATURE

Information

COMPLÈMENT D'ÉTUDE  
D'INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT  
PROJET DE PARC ÉOLIEN A BOUSSU

Echelle : 0 500 m

Date : avril 2022

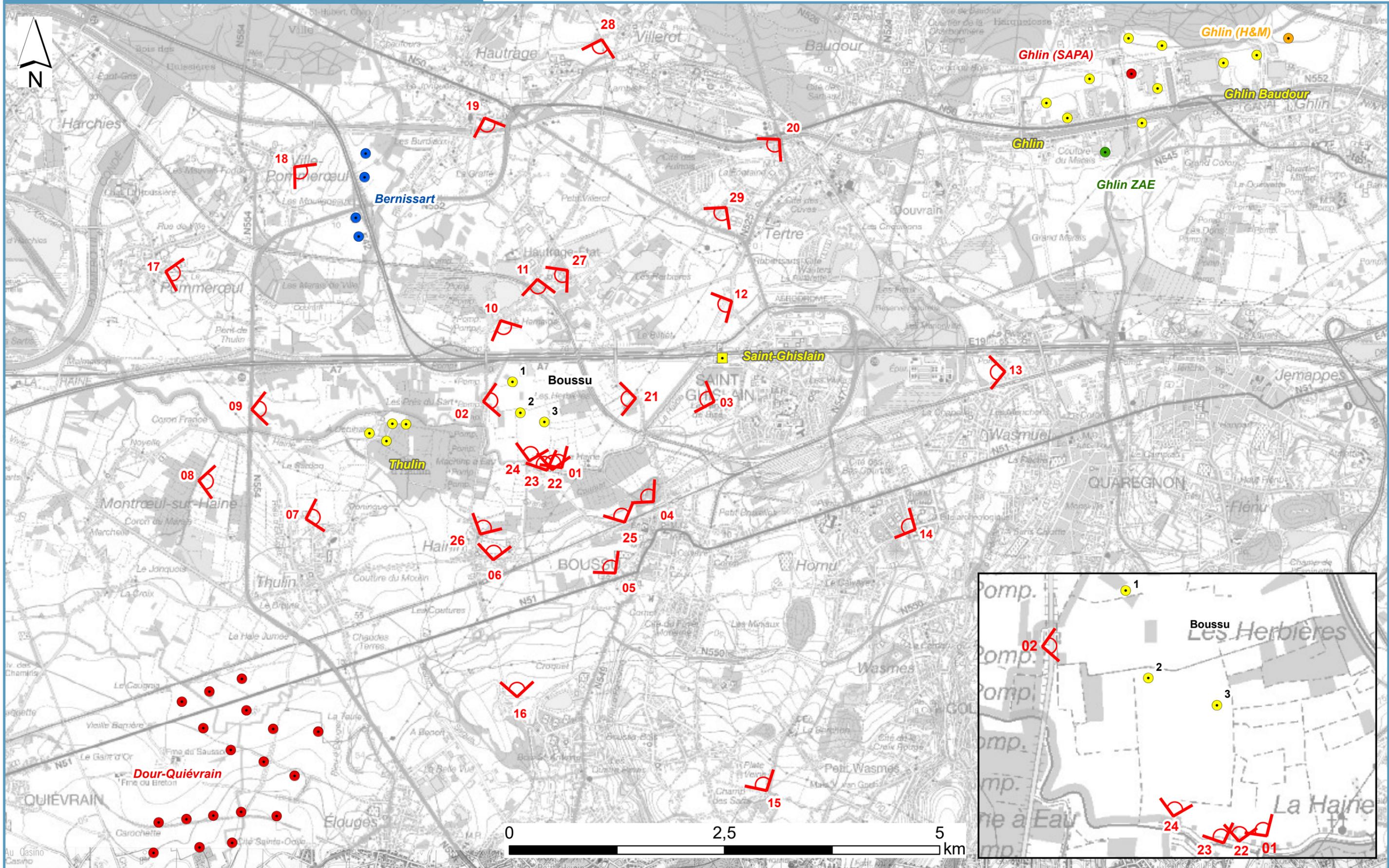
Références : BEL000253.01

Sources : Extraits des cartes topographiques 1:20 000, IGN, 2022  
Modélisation ombrage CSD Ingénieurs, 2022

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**

Demandeur : 

## Localisation des points de prise de vue



# Photomontage 01 : Boussu, Rue Joseph Tamigniau, 142

## Cadrage vue panoramique



## Cadrage vision humaine



## Projet éolien à Boussu

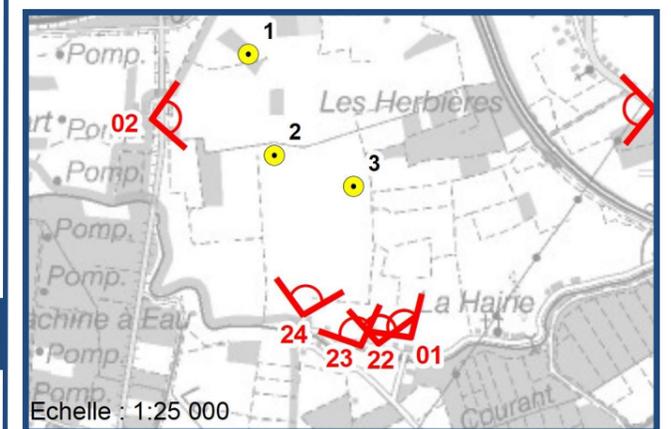
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 108184 Y : 125646
Altitude	23 m
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	568 m
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	326 °
Champ de vision (horizontal)	101 °

### Données techniques

Type d'éolienne	Senvion M122
Hauteur mât des éoliennes	89 m
Diamètre du rotor	122 m
Balisage de jour	Bande rouge 3m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	18 novembre 2019

### Carte de localisation



Auteur d'étude :

Demandeur :



# Photomontage 02 : Boussu, Rue des Sarts, 20

Cadrage vue panoramique



Cadrage vision humaine



## Projet éolien à Boussu

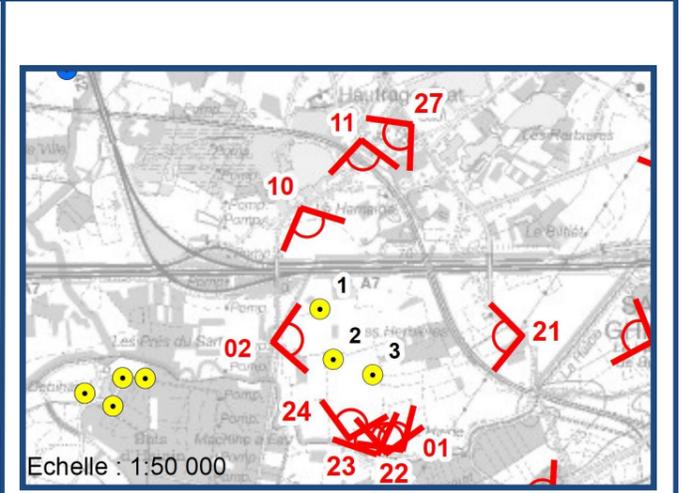
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 107305 Y : 126410
Altitude	24 m
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	408 m
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	83 °
Champ de vision (horizontal)	96 °

### Données techniques

Type d'éolienne	Senvion M122
Hauteur mât des éoliennes	89 m
Diamètre du rotor	122 m
Balisage de jour	Bande rouge 3m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	18 novembre 2019

### Carte de localisation



Auteur d'étude : Demandeur :



# Photomontage 10 : Hautrage-Etat, Rue des Sarts, 59

Cadrage vue panoramique



Cadrage vision humaine



## Projet éolien à Boussu

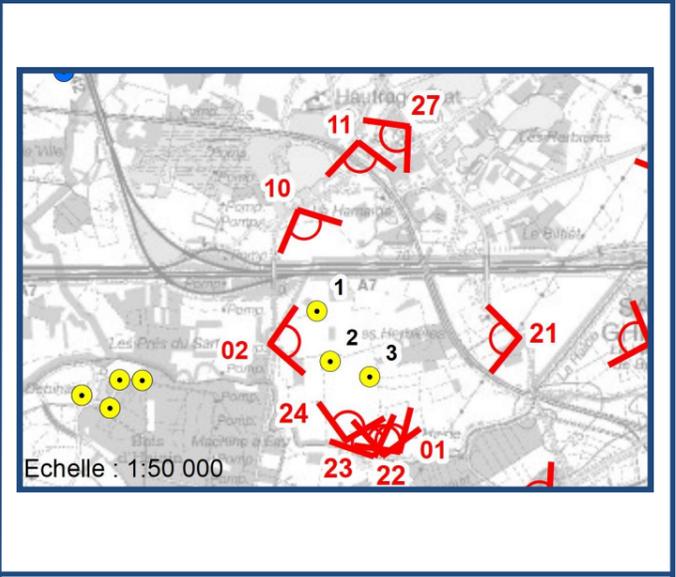
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 107475 Y : 127355
Altitude	24 m
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	714 m
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	155 °
Champ de vision (horizontal)	123 °

### Données techniques

Type d'éolienne	Senvion M122
Hauteur mât des éoliennes	89 m
Diamètre du rotor	122 m
Balisage de jour	Bande rouge 3m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	18 novembre 2019

### Carte de localisation



Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEUX PAR NATURE

Demandeur : **WindVision**

# Photomontage 10 : Hautrage-Etat, Rue des Sarts, 59

## Cadrage vue panoramique



## Cadrage vision humaine



### Projet éolien Complément Boussu

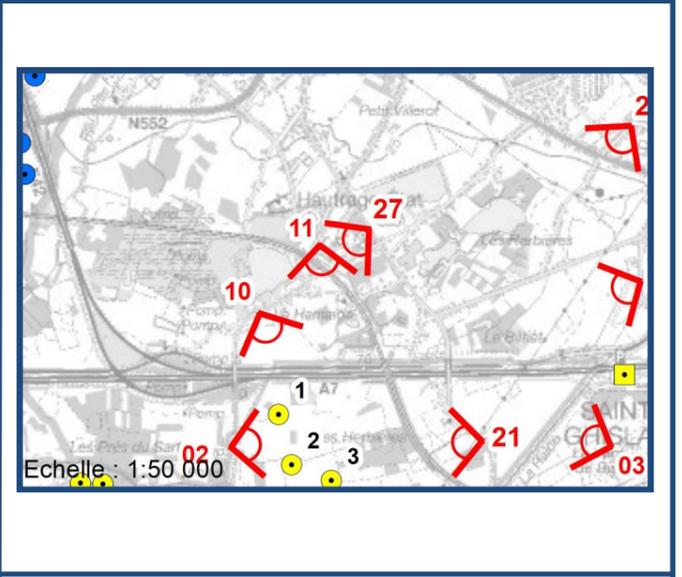
#### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 107475	Y : 127355
Altitude	24 m	
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	794 m	
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	155 °	
Champ de vision (horizontal)	96 °	

#### Données techniques

Type d'éolienne	Enercon E115 EP3 E3
Hauteur mât des éoliennes	92 m
Diamètre du rotor	115 m
Balisateur de jour	Bande rouge 3 m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisateur de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	18 novembre 2019

#### Carte de localisation

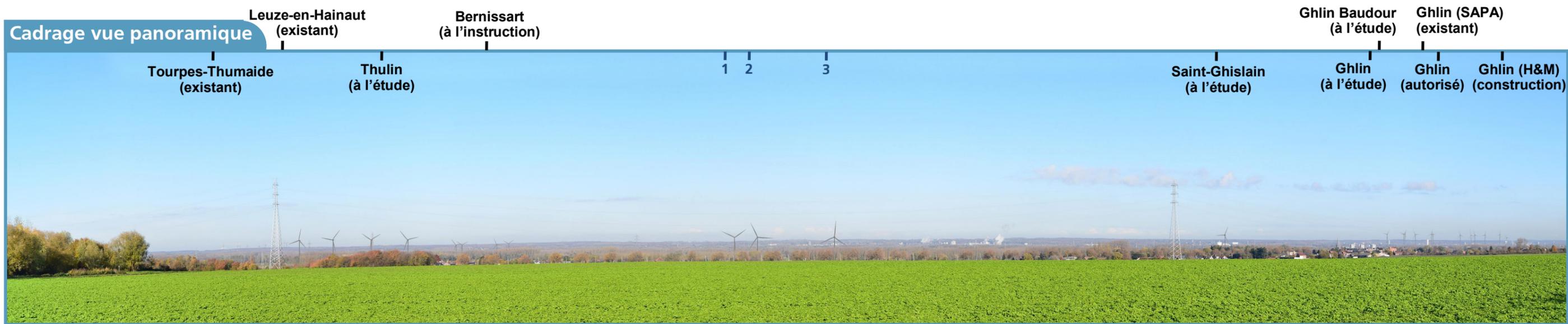


Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEUX PAR NATURE

Demandeur : **WindVision**

# Photomontage 16 : Dour, Voie des Morts

# Covisibilité avec les autres projets



## Cadrage vision humaine

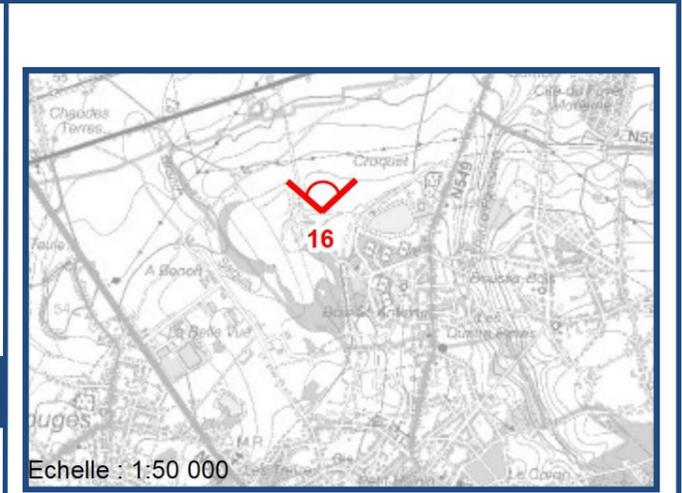


## Projet éolien à Boussu

Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 107664 Y : 122984
Altitude	101 m
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	3207 m
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	359 °
Champ de vision (horizontal)	110 °

## Carte de localisation



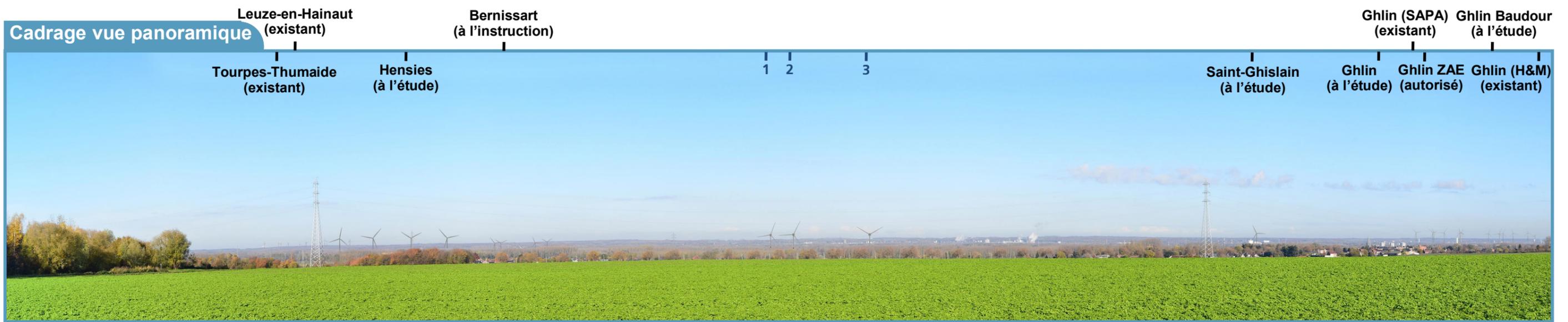
Données techniques

Type d'éolienne	Senvion M122
Hauteur mât des éoliennes	89 m
Diamètre du rotor	122 m
Balisage de jour	Bande rouge 3m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	18 novembre 2019

Auteur d'étude : **CSDINGENIEURS+** INGENIEUX PAR NATURE

Demandeur : **WindVision**

# Photomontage 16 : Dour, Voie des Morts



## Projet éolien Complément Boussu

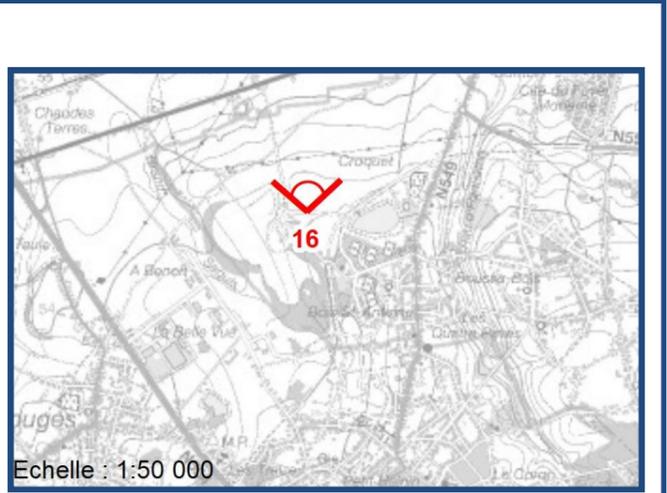
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 107664	Y : 122984
Altitude	101 m	
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	3207 m	
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	359 °	
Champ de vision (horizontal)	96 °	

### Données techniques

Type d'éolienne	Enercon E115 EP3 E3
Hauteur mât des éoliennes	92 m
Diamètre du rotor	115 m
Balisage de jour	Bande rouge 3 m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	18 novembre 2019

### Carte de localisation



Auteur d'étude : Demandeur :



# Photomontage 22 : Rue Joseph Tamigniau 168, Boussu

## Cadrage vue panoramique



## Cadrage vision humaine



## Projet éolien à Boussu

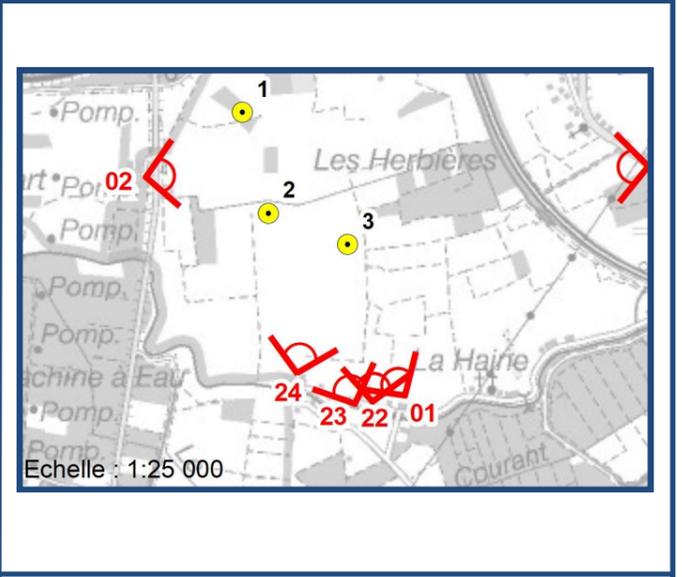
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 108100 Y : 125600
Altitude	23 m
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	586 m
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	6 °
Champ de vision (horizontal)	120 °

### Données techniques

Type d'éolienne	Senvion M122
Hauteur mât des éoliennes	89 m
Diamètre du rotor	122 m
Balisage de jour	Bande rouge 3m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	31 octobre 2019

### Carte de localisation



Auteur d'étude : **CSD INGENIEURS+**  
INGÉNIEUX PAR NATURE

Demandeur : **WindVision**

# Photomontage 23 : Rue Joseph Tamigniau 170, Boussu

## Cadrage vue panoramique



## Cadrage vision humaine



## Projet éolien à Boussu

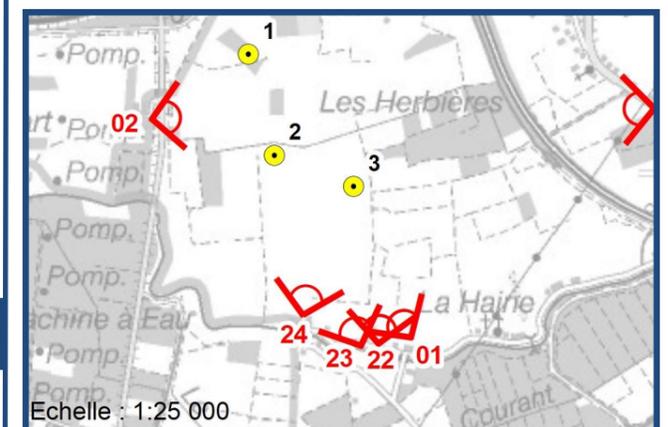
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 108000 Y : 125600
Altitude	24 m
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	573 m
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	337 °
Champ de vision (horizontal)	120 °

### Données techniques

Type d'éolienne	Senvion M122
Hauteur mât des éoliennes	89 m
Diamètre du rotor	122 m
Balisage de jour	Bande rouge 3m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	28 octobre 2021

### Carte de localisation



Auteur d'étude :

Demandeur :

**CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEUX PAR NATURE



# Photomontage 23 : Rue Joseph Tamigniau 170, Boussu

## Cadrage vue panoramique



## Cadrage vision humaine



## Projet éolien Complément Boussu

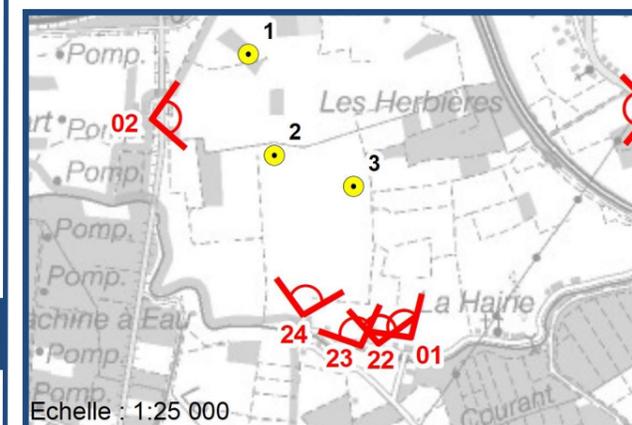
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 108000	Y : 125600
Altitude	24 m	
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	573 m	
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	337 °	
Champ de vision (horizontal)	96 °	

### Données techniques

Type d'éolienne	Enercon E115 EP3 E3
Hauteur mât des éoliennes	92 m
Diamètre du rotor	115 m
Balisage de jour	Bande rouge 3 m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	28 octobre 2021

### Carte de localisation



Auteur d'étude :

Demandeur :

**CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEURS PAR NATURE



# Photomontage 24 : Rue Joseph Tamigniau 188, Boussu

## Cadrage vue panoramique



## Cadrage vision humaine



## Projet éolien à Boussu

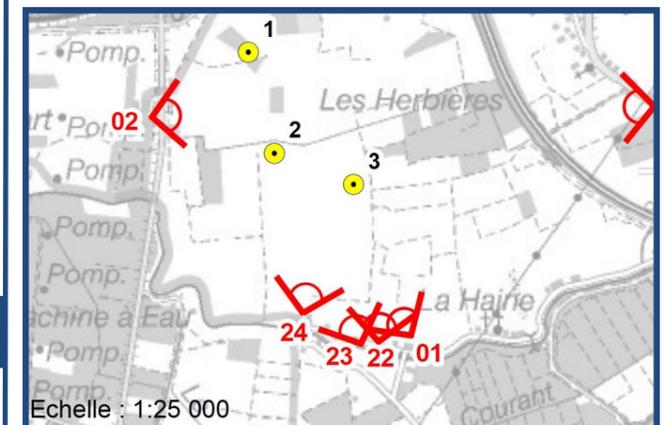
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 107800 Y : 125700
Altitude	24 m
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	507 m
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	12 °
Champ de vision (horizontal)	96 °

### Données techniques

Type d'éolienne	Senvion M122
Hauteur mât des éoliennes	89 m
Diamètre du rotor	122 m
Balisage de jour	Bande rouge 3m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	31 octobre 2019

### Carte de localisation



Auteur d'étude :

Demandeur :

**CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEUX PAR NATURE



# Photomontage 24 : Rue Joseph Tamigniau 188, Boussu

## Cadrage vue panoramique



## Cadrage vision humaine



## Projet éolien Complément Boussu

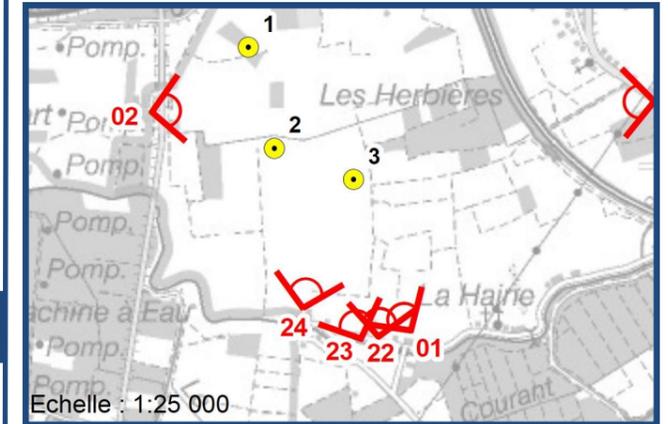
### Données de localisation de la prise de vue

Coordonnées Lambert	X : 107800	Y : 125700
Altitude	24 m	
Distance de l'éolienne du projet la plus proche	507 m	
Angle de visée (par rapport au nord géographique)	12 °	
Champ de vision (horizontal)	96 °	

### Données techniques

Type d'éolienne	Enercon E115 EP3 E3
Hauteur mât des éoliennes	92 m
Diamètre du rotor	115 m
Balisage de jour	Bande rouge 3 m (mât) + flash blanc (nacelle)
Balisage de nuit	Flash rouge (nacelle)
Date de prise de vue	31 octobre 2019

### Carte de localisation



Auteur d'étude :

Demandeur :

**CSDINGENIEURS+**  
INGÉNIEURS PAR NATURE



## PROJET DE PARC ÉOLIEN À BOUSSU

DEMANDEUR DU PERMIS : WINDVISION S.A.

## ETUDE D'INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT

ANNEXE AU COMPLÉMENT D'INFORMATIONS

Namur, le 09 juin 2022

BEL000253.03

**CSD Ingénieurs Conseils s.a.**

Avenue Prince de Liège, 72

5100 Namur

t +32.81.43.40.76

f +32.81.43.47.92

e [namur@csgivingieurs.be](mailto:namur@csgivingieurs.be)



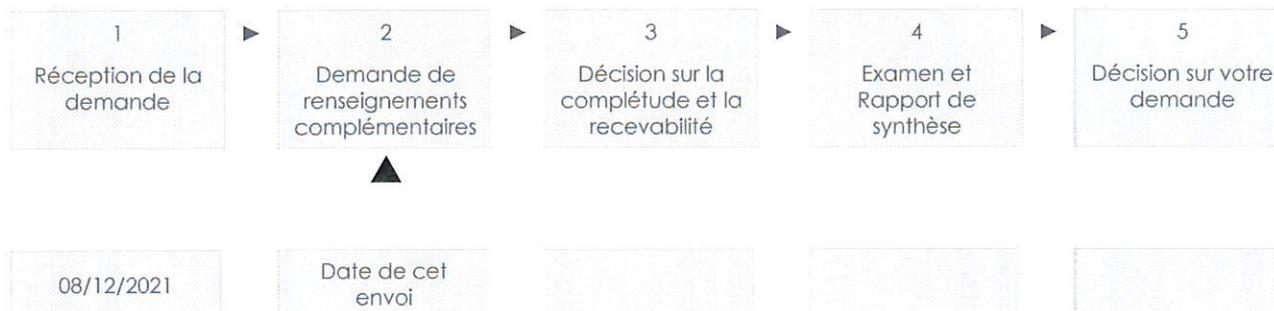
**ANNEXE AA. COURRIER DU SPW : DEMANDE DE  
RENSEIGNEMENTS COMPLÉMENTAIRES (PREMIER TOUR)**



Windvision Belgium

Interleuvenlaan 15 bte D  
3001 LEUVEN

Nos références : **10005215/GPR.ch** (à rappeler dans toute correspondance)



Les dates ci-dessus sont fournies à titre indicatif ; il s'agit des délais maximum théoriques de l'instruction de votre demande.

### RECOMMANDÉ AVEC ACCUSÉ DE RÉCEPTION

**Objet :** Votre demande de permis unique  
**Demande de renseignements complémentaires (premier tour)**

Résumé de la demande :	
<b>de</b>	- Windvision Belgium Interleuvenlaan 15 bte D à 3001 LEUVEN
<b>pour le projet</b>	- construire et exploiter 3 éoliennes d'une puissance maximale totale de 11,025 MW, une cabine de tête, aménager des chemins d'accès et des aires de montage et poser des câbles électriques sur le territoire communal de Boussu. - dont le n° de dossier est <b>10005215</b>
<b>pour l'établissement</b>	- WINDVISION SA/NV à proximité de l'axe autoroutier E42/E19 et de la ligne ferroviaire 78 n° s/n° à 7300 BOUSSU

Madame, Monsieur,

Votre demande de permis unique visant à construire et exploiter 3 éoliennes d'une puissance maximale totale de 11,025 MW, une cabine de tête, aménager des chemins d'accès et des aires de montage et poser des câbles électriques sur le territoire communal de Boussu.<sup>1</sup> est **incomplète**.

#### ▪ Que devez-vous faire ?

Vous devez envoyer à la commune de dépôt de la demande **les informations complétées** dans les 6 mois à partir de la date du cachet de la poste de ce courrier.

- Pour le volet environnement : , consulter le détail ~~dans le tableau~~ ci-dessous.

Nous déplorons le fait que, plus de trois ans après la faillite du constructeur Senvion, des modèles d'éolienne de la marque apparaissent encore dans les "alternatives" possibles au niveau de l'EIE. D'autant plus que seules 2 alternatives sont produites (Nordex et Senvion), ce qui ne laisse plus qu'une seule véritable possibilité en termes de machine même si on peut comprendre en partie que la Senvion est représentative d'une gamme. Il conviendrait d'au minimum prendre en compte des machines équivalentes à la Senvion, mais encore disponible sur le marché à l'heure actuelle (liste de quelques machines s'inscrivant dans la "gamme Senvion" avec leurs caractéristiques propres). Il convient également que le promoteur se positionne sur le choix final.

Il conviendrait également de solliciter l'avis préalable du DNF quant à la localisation d'une éolienne (I1) à proximité immédiate d'une parcelle initialement déboisée sans autorisation et dont la régularisation a posteriori (permis d'urbanisme) s'est vue refuser par le DNF. Ledit refus ayant conduit à une obligation de replanter la parcelle (avec des aulnes et des saules, apparemment), quid du positionnement de l'éolienne vis-à-vis de cette parcelle à re-boiser? Toutes les compensations éventuelles ont-elles été prises en compte dans le dossier?

- Pour le volet urbanisme, votre dossier est complet. Vous n'avez rien à faire.

#### ▪ **Comment devez-vous envoyer ces informations ?**

Vous devez envoyer ces informations **à la commune** où vous avez introduit votre demande<sup>2</sup>.

Vous devez envoyer vos compléments en autant d'exemplaires que votre demande initiale.

Vous pouvez les :

- envoyer **par courrier recommandé** à la poste avec accusé de réception ;
- envoyer par un autre moyen qui permet de connaître la date d'envoi et de réception de vos documents ;
- **déposer à la commune**, contre accusé de réception.

#### ▪ **Que se passe-t-il si vous n'envoyez pas les informations dans le délai ?**

Votre demande sera déclarée irrecevable et son instruction sera arrêtée.

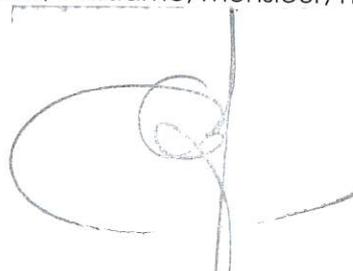
Vous aurez toutefois le loisir d'introduire une nouvelle demande.

#### ▪ **Que se passe-t-il si vous envoyez les informations dans le délai ?**

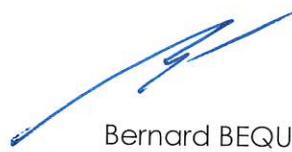
Le fonctionnaire technique et le fonctionnaire délégué vous informeront – dans les 20 jours de la réception des informations complémentaires listées ci-dessus –, si votre demande est soit :

- complète et recevable,
- incomplète une seconde fois. Dans ce cas votre demande sera également déclarée irrecevable et son instruction arrêtée.

Recevez, Madame, Monsieur, nos salutations distinguées.



Cédric DRESSE  
Fonctionnaire délégué



Bernard BEQUET  
Fonctionnaire technique



#### CONTACT

##### Permis d'environnement

Département des Permis et Autorisations

Direction de Mons  
Place du Béguinage 16  
7000 MONS

##### Permis d'urbanisme

Département de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme

Urbanisme Hainaut I  
Place du Béguinage 16  
7000 MONS

#### VOS GESTIONNAIRES

##### Permis d'environnement

Contact technique :

Ir Gery PRIMOSIG  
[gery.primosig@spw.wallonie.be](mailto:gery.primosig@spw.wallonie.be)

Contact administratif :

Carole HOORELBEKE  
[carole.hoorelbeke@spw.wallonie.be](mailto:carole.hoorelbeke@spw.wallonie.be)  
(+32) 065/328205

##### Permis d'urbanisme

Contact technique :

Laurent LELEUX  
[laurent.leleux@spw.wallonie.be](mailto:laurent.leleux@spw.wallonie.be)

Contact administratif :

Sophie COLLIN  
[sophie.collin@spw.wallonie.be](mailto:sophie.collin@spw.wallonie.be)

#### VOTRE DEMANDE

##### RÉFÉRENCES

**Permis d'environnement :**  
10005215

**Permis d'urbanisme :** 2182473  
& F0316/53014/PU3/2021.3

**Commune :** 3-UQ/2021-03

#### VOS ANNEXES

Néant

#### CADRE LÉGAL

- Décret du 11 mars 1999 relatif au permis d'environnement

Pour toute réclamation quant au fonctionnement du SPW, le Médiateur est aussi à votre service : [www.le-mediateur.be](http://www.le-mediateur.be).



## **ANNEXE BB. COURBES D'ÉMISSION ACOUSTIQUE DU MODÈLE D'ÉOLIENNES**



# Technical data sheet

## Operating modes 0 s, I s, II s and power-reduced operation

### ENERCON E-115 EP3 E3 / 2990 kW wind energy converter with TES (Trailing Edge Serrations)

**Publisher**  
ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Germany  
Phone: +49 4941 927-0 • Fax: +49 4941 927-109  
E-mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de  
Managing Directors: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet,  
Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle  
Local court: Aurich • Company registration number: HRB 411  
VAT ID no.: DE 181 977 360

**Copyright notice**  
The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.  
ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.  
The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.  
If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.

**Registered trademarks**  
Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.

**Reservation of right of modification**  
ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.



#### Document details

<b>Document ID</b>	D0830625-5		
<b>Note</b>	Original document, Source document of this translation: D0828537-5/2020-05-08		
<b>Date</b>	<b>Language</b>	<b>DCC</b>	<b>Plant/department</b>
2020-05-13	en	DA	WRD Management Support GmbH / Documentation Department

#### Applicable documents

The titles of the documents listed are the titles of the original language versions, with translations of these titles in brackets where applicable. The titles of superordinate standards and guidelines are indicated in the original language or as an English translation. Document IDs always refer to the original language versions. If the document ID does not contain a revision, the most recent revision of the document applies. This list contains documents concerning optional components if necessary.

Document-ID	Titel
DIN 45645-1:1996	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft (Determination of rating levels from measurement data - Part 1: Noise immission in the neighbourhood)
DIN 45681:2005	Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen (Acoustics - Determination of tonal components of noise and determination of a tone adjustment for the assessment of noise immissions)
IEC 61400-11:2012	Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
TR 1:2008	Technische Richtlinien für Windenergieanlagen Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte (Technical regulations for wind energy converters - Part 1: Determination of noise emission values)
DIN EN ISO 266:1997	Akustik Normfrequenzen (Acoustics standard frequencies)
-	Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters



#### Table of contents

<b>1 Available operating modes</b> .....	<b>8</b>
<b>2 Power Performance</b> .....	<b>9</b>
2.1 Site .....	9
2.2 Operating parameters .....	9
2.3 Turbulence intensity .....	10
<b>3 Sound power level</b> .....	<b>13</b>
3.1 Octave band level .....	13
<b>4 Operating mode 0 s</b> .....	<b>14</b>
4.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode 0 s .....	14
4.2 Calculated sound power levels – operating mode 0 s .....	17
4.3 Octave band levels of the loudest condition .....	19
4.3.1 Octave band level HH .....	19
4.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01 .....	19
4.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01 .....	19
4.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01 .....	19
4.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01 .....	19
4.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01 .....	20
4.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01 .....	20
<b>5 Operating mode I s</b> .....	<b>21</b>
5.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode I s .....	21
5.2 Calculated sound power levels – operating mode I s .....	24
5.3 Octave band levels of the loudest condition .....	26
5.3.1 Octave band level HH .....	26
5.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01 .....	26
5.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01 .....	26
5.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01 .....	26
5.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01 .....	27
5.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01 .....	27
5.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01 .....	27
<b>6 Operating mode II s</b> .....	<b>28</b>
6.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode II s .....	28
6.2 Calculated sound power levels – operating mode II s .....	31
6.3 Octave band levels of the loudest condition .....	33
6.3.1 Octave band level HH .....	33
6.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01 .....	33
6.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01 .....	33

6.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	33
6.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	34
6.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	34
6.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	34
<b>7</b>	<b>Operating mode 2500 kW s</b>	<b>35</b>
7.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 2500 kW s	35
7.2	Calculated sound power levels – operating mode 2500 kW s	38
7.3	Octave band levels of the loudest condition	40
7.3.1	Octave band level HH	40
7.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	40
7.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	40
7.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	40
7.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	41
7.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	41
7.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	41
<b>8</b>	<b>Operating mode 2000 kW s</b>	<b>42</b>
8.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 2000 kW s	42
8.2	Calculated sound power levels – operating mode 2000 kW s	45
8.3	Octave band levels of the loudest condition	47
8.3.1	Octave band level HH	47
8.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	47
8.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	47
8.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	47
8.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	48
8.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	48
8.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	48
<b>9</b>	<b>Operating mode 1500 kW s</b>	<b>49</b>
9.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 1500 kW s	49
9.2	Calculated sound power levels – operating mode 1500 kW s	52
9.3	Octave band levels of the loudest condition	54
9.3.1	Octave band level HH	54
9.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	54
9.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	54
9.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	54
9.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	55
9.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	55
9.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	55
<b>10</b>	<b>Operating mode 1000 kW s</b>	<b>56</b>
10.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 1000 kW s	56

**List of abbreviations**

**Abbreviations**

HH	Hub height
HST	Hybrid steel tower
HT	Hybrid tower
ST	Steel tower

**Variables, units, formulas**

$L_O$	Octave band level
$L_T$	One-third octave band level
$v_H$	Wind speed at hub height
$v_s$	Standardised wind speed
$\sigma_p$	Serial product variation
$\sigma_R$	Uncertainty in measurement

<b>10.2</b>	<b>Calculated sound power levels – operating mode 1000 kW s</b>	<b>59</b>
<b>10.3</b>	<b>Octave band levels of the loudest condition</b>	<b>61</b>
10.3.1	Octave band level HH	61
10.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	61
10.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	61
10.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	61
10.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	62
10.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	62
10.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	62
<b>11</b>	<b>Operating mode 500 kW s</b>	<b>63</b>
<b>11.1</b>	<b>Calculated power, cp and ct values – operating mode 500 kW s</b>	<b>63</b>
<b>11.2</b>	<b>Calculated sound power levels – operating mode 500 kW s</b>	<b>66</b>
<b>11.3</b>	<b>Octave band levels of the loudest condition</b>	<b>68</b>
11.3.1	Octave band level HH	68
11.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	68
11.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	68
11.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	68
11.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	69
11.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	69
11.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	69

**1 Available operating modes**

The table below shows which operating modes are available for what tower versions or hub heights.

Tab. 1: Available operating modes

Operating mode	Tower version or hub height (HH)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
	HH 67 m	HH 87 m	HH 92 m	HH 122 m	HH 135 m	HH 149 m
0 s	x	x	x	x	x	x
1 s	x	x	x	x	x	x
11 s	x	x	x	- <sup>1</sup>	x	x
2500 kW s	x	x	x	x	x	x
2000 kW s	x	x	x	x	x	x
1500 kW s	x	x	x	x	x	x
1000 kW s	x	x	x	x	x	x
500 kW s	x	x	x	x	x	x

x Available  
-<sup>1</sup> Available on request after site-specific check  
- Not available

## 2 Power Performance

The power values, power coefficients ( $c_p$  values) and thrust coefficients ( $c_t$  values) given in this document are predicted values. Based on the current development status of this wind energy converter type, ENERCON considers it sufficiently likely that these values will be reached. The power performance of the wind energy converter is only guaranteed under the conditions described in the document 'Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters'.

### 2.1 Site

The power curves,  $c_p$  and  $c_t$  curves have been calculated for the conditions stated in tab. 2, p. 9 with undamaged rotor blade leading edges and clean rotor blades. The calculations are based on experience with wind energy converters in a wide variety of locations.

Tab. 2: Site conditions

Parameter	Value (10-minute mean)
Standard air density	1,225 kg/m <sup>3</sup>
Turbulence intensity	According to ch. 2.3, p. 10
Wind shear exponent	0,0 to 0,3
Maximum difference of wind direction between upper and lower blade tip	10°
Maximum flow inclination	±2°
Terrain	According to IEC 61400-12-1:2017
Snow/ice	No
Rain	No

Otherwise, the framework conditions according to IEC 61400-12-1:2017 apply.

### 2.2 Operating parameters

The settings of the wind energy converter's reactive power generation and wind farm open-loop and closed-loop control systems influence the power performance. The calculated power curves,  $c_p$  and  $c_t$  curves listed in this document apply only to operation without limitations.

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
15.50	7.78	14.45
16.00	7.70	14.30
16.50	7.63	14.16
17.00	7.56	14.03
17.50	7.49	13.91
18.00	7.43	13.79
18.50	7.37	13.69
19.00	7.31	13.58
19.50	7.26	13.48
20.00	7.21	13.39
20.50	7.16	13.30
21.00	7.12	13.22
21.50	7.07	13.14
22.00	7.03	13.06
22.50	6.99	12.99
23.00	6.95	12.92
23.50	6.92	12.85
24.00	6.88	12.78
24.50	6.85	12.72
25.00	6.82	12.66
25.50	6.79	12.60
26.00	6.76	12.55
26.50	6.73	12.50
27.00	6.70	12.45
27.50	6.68	12.40
28.00	6.65	12.35
28.50	6.63	12.30
29.00	6.60	12.26
29.50	6.58	12.22
30.00	6.56	12.18
30.50	6.54	12.14
31.00	6.51	12.10
31.50	6.49	12.06
32.00	6.48	12.03
32.50	6.46	11.99

## 2.3 Turbulence intensity

The table below defines the validity range of the power,  $c_p$  and  $c_t$  characteristic curves in relation to the degrees of turbulence intensity that may prevail on site. See the tab. 2, p. 9 for further restrictions.

Tab. 3: Turbulence intensity

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
33.00	6.44	11.96
33.50	6.42	11.92
34.00	6.40	11.89

### 3 Sound power level

Allocation of the sound power levels to the standardised wind speed ( $v_{ref}$ ) at a height of 10 m is valid only if based on a logarithmic wind shear law with a roughness length of 0.05 m. Allocation of the sound power levels to the wind speed at hub height ( $v_{ref}$ ) is valid for all hub heights (HH). During measurements, the wind speed is determined based on the power output and the power curve.

The maximum tonal noise KTN across the entire power range is 1 dB (applies to close range acc. to TR 1:2008 of the Federation of German Windpower and DIN 45681:2005) and  $\Delta L_{A,K} < 2$  dB (applies to close range acc. to IEC 61400-11:2012).

The impulse noise KIN across the entire power range is 0 dB (applies to close range acc. to TR 1:2008 and DIN 45645-1:1996).

Due to uncertainty in acoustic measurements ( $\sigma_m$ ) and serial product variation ( $\sigma_p$ ), the sound power level values indicated in this document are subject to an uncertainty of  $\sigma_s = 0.5$  dB(A) and  $\sigma_e = 1.2$  dB(A). Standards are TR 1:2008 and IEC 61400-11:2012. If, during measurement, the difference between total noise and extraneous noise is less than 6 dB(A), a greater uncertainty should be assumed.

This data sheet does not constitute a project-specific and/or site-specific warranty of compliance with sound power levels.

#### 3.1 Octave band level

The specified octave band levels of the loudest condition of the tower have been simulated from the one-third octave band level values defined in the frequency bands of DIN EN ISO 266:1997. An octave band level  $L_{Co}$  is calculated from 3 one-third octave band levels  $L_{T1}$ ,  $L_{T2}$  and  $L_{T3}$  according to the following formula:

$$L_{Co} = 10 \times \log(10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}})$$

The individual octave band level values cannot be guaranteed. Only the cumulative level of all octave band levels for each wind speed, which corresponds to the sound power level at that particular wind speed, is a guaranteed quantity.

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15.50	2990	0.13	0.18
16.00	2990	0.11	0.16
16.50	2990	0.10	0.14
17.00	2990	0.09	0.13
17.50	2990	0.09	0.12
18.00	2990	0.08	0.11
18.50	2990	0.07	0.10
19.00	2990	0.07	0.10
19.50	2990	0.06	0.09
20.00	2990	0.06	0.08
20.50	2990	0.05	0.08
21.00	2990	0.05	0.07
21.50	2990	0.05	0.07
22.00	2990	0.04	0.06
22.50	2990	0.04	0.06
23.00	2990	0.04	0.06
23.50	2986	0.04	0.05
24.00	2979	0.03	0.05
24.50	2965	0.03	0.05
25.00	2944	0.03	0.04
25.50	2911	0.03	0.04
26.00	2865	0.03	0.04
26.50	2804	0.02	0.04
27.00	2727	0.02	0.03
27.50	2636	0.02	0.03
28.00	2446	0.02	0.03
28.50	2286	0.02	0.03
29.00	2129	0.01	0.02
29.50	1955	0.01	0.02
30.00	1808	0.01	0.02
30.50	1631	0.01	0.02
31.00	1443	0.01	0.01
31.50	1249	0.01	0.01
32.00	1136	0.01	0.01
32.50	968	0.00	0.01

### 4 Operating mode 0 s

#### 4.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode 0 s

Tab. 4: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 0 s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	9	0.18	0.71
2.50	29	0.29	0.96
3.00	57	0.33	0.94
3.50	100	0.36	0.89
4.00	163	0.40	0.86
4.50	248	0.42	0.85
5.00	351	0.44	0.84
5.50	478	0.45	0.83
6.00	628	0.45	0.83
6.50	804	0.46	0.82
7.00	1008	0.46	0.82
7.50	1240	0.46	0.81
8.00	1497	0.46	0.80
8.50	1767	0.45	0.78
9.00	2037	0.44	0.75
9.50	2287	0.42	0.70
10.00	2501	0.39	0.65
10.50	2670	0.36	0.58
11.00	2793	0.33	0.52
11.50	2876	0.29	0.46
12.00	2928	0.26	0.40
12.50	2958	0.24	0.35
13.00	2975	0.21	0.31
13.50	2984	0.19	0.27
14.00	2988	0.17	0.24
14.50	2990	0.15	0.22
15.00	2990	0.14	0.19

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
33.00	803	0.00	0.01
33.50	651	0.00	0.01
34.00	580	0.00	0.01

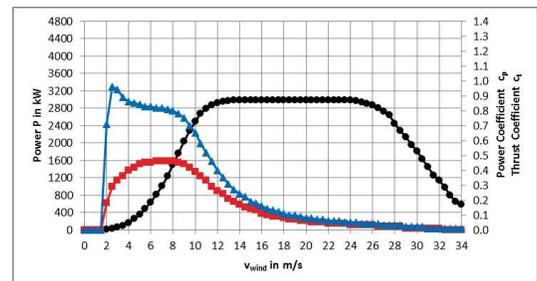


Fig. 1: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 0 s

- Power P in kW
- ▲  $c_p$  value
- $c_t$  value

## 4.2 Calculated sound power levels – operating mode 0 s

In operating mode 0 s the wind energy converter operates in a power-optimised mode to achieve optimum yield. The highest expected sound power level is 103.9 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 5: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2990	kW
Nominal wind speed	14.0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6.0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6.0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4.4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6.0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	12.7	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 6: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83.5	84.7	85.0	86.2	86.7	87.1
3.5 m/s	88.6	89.7	89.9	90.7	91.0	91.2
4 m/s	91.8	92.6	92.7	93.6	93.8	94.1
4.5 m/s	94.4	95.2	95.4	96.2	96.5	96.7
5 m/s	96.7	97.5	97.7	98.5	98.8	99.0
5.5 m/s	98.8	99.6	99.8	100.6	100.9	101.1
6 m/s	100.7	101.6	101.7	102.4	102.6	102.8
6.5 m/s	102.4	102.8	102.9	103.1	103.2	103.4
7 m/s	103.1	103.4	103.4	103.6	103.7	103.7
7.5 m/s	103.6	103.7	103.8	103.9	103.9	103.9
8 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
8.5 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
9 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
9.5 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
10 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
10.5 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
11 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
11.5 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
12 m/s	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9
95 % $P_n$	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9	103.9

Tab. 7: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90.1
5.5 m/s	92.1
6 m/s	94.0
6.5 m/s	95.8
7 m/s	97.4
7.5 m/s	98.9
8 m/s	100.3
8.5 m/s	101.7
9 m/s	102.7
9.5 m/s	103.1
10 m/s	103.5
10.5 m/s	103.7
11 m/s	103.9
11.5 m/s	103.9
12 m/s	103.9
12.5 m/s	103.9
13 m/s	103.9
13.5 m/s	103.9
14 m/s	103.9
14.5 m/s	103.9
15 m/s	103.9

## 4.3 Octave band levels of the loudest condition

### 4.3.1 Octave band level HH

Tab. 8: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_h$  at hub height

$v_h$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11	74.1	85.6	91.2	94.2	96.6	98.0	98.4	93.5	77.7

### 4.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 9: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	73.4	84.9	90.6	93.6	96.2	97.7	98.5	94.8	83.0

### 4.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 10: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	73.6	85.1	90.7	93.6	96.2	97.8	98.7	94.8	81.8

### 4.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 11: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	73.6	85.1	90.7	93.6	96.2	97.8	98.7	94.7	81.4

### 4.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 12: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7.5	74.0	85.4	91.1	94.0	96.5	98.0	98.5	93.8	78.8

## 4.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 13: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7.5	74.1	85.6	91.1	94.1	96.5	98.0	98.5	93.6	77.8

## 4.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 14: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7.5	74.2	85.7	91.2	94.1	96.5	98.0	98.5	93.4	76.8

## 5 Operating mode I s

### 5.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode I s

Tab. 15: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode I s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	248	0,42	0,85
5,00	351	0,44	0,84
5,50	478	0,45	0,83
6,00	628	0,45	0,83
6,50	804	0,46	0,82
7,00	1006	0,46	0,82
7,50	1235	0,46	0,81
8,00	1486	0,45	0,79
8,50	1752	0,45	0,77
9,00	2019	0,43	0,74
9,50	2268	0,41	0,69
10,00	2484	0,39	0,64
10,50	2657	0,36	0,58
11,00	2783	0,33	0,52
11,50	2869	0,29	0,45
12,00	2924	0,26	0,40
12,50	2956	0,24	0,35
13,00	2974	0,21	0,31
13,50	2983	0,19	0,27
14,00	2988	0,17	0,24
14,50	2990	0,15	0,22
15,00	2990	0,14	0,19

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
33,00	764	0,00	0,01
33,50	618	0,00	0,01
34,00	548	0,00	0,01

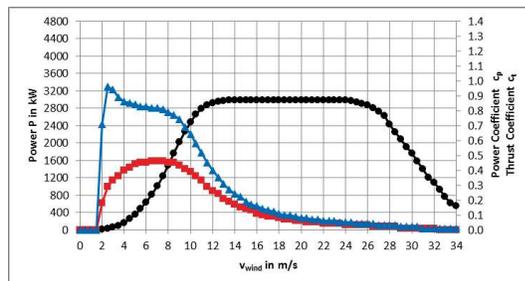


Fig. 2: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode I s



Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,50	2990	0,13	0,17
16,00	2990	0,11	0,16
16,50	2990	0,10	0,14
17,00	2990	0,09	0,13
17,50	2990	0,09	0,12
18,00	2990	0,08	0,11
18,50	2990	0,07	0,10
19,00	2990	0,07	0,10
19,50	2990	0,06	0,09
20,00	2990	0,06	0,08
20,50	2990	0,05	0,08
21,00	2990	0,05	0,07
21,50	2990	0,05	0,07
22,00	2990	0,04	0,06
22,50	2990	0,04	0,06
23,00	2990	0,04	0,06
23,50	2987	0,04	0,05
24,00	2980	0,03	0,05
24,50	2966	0,03	0,05
25,00	2944	0,03	0,04
25,50	2911	0,03	0,04
26,00	2863	0,03	0,04
26,50	2800	0,02	0,04
27,00	2720	0,02	0,03
27,50	2626	0,02	0,03
28,00	2424	0,02	0,03
28,50	2255	0,02	0,03
29,00	2091	0,01	0,02
29,50	1912	0,01	0,02
30,00	1758	0,01	0,02
30,50	1580	0,01	0,02
31,00	1393	0,01	0,01
31,50	1202	0,01	0,01
32,00	1087	0,01	0,01
32,50	923	0,00	0,01

### 5.2 Calculated sound power levels – operating mode I s

In operating mode I s the wind energy converter operates with reduced sound emission. The highest expected sound power level is 103.3 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 16: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2990	kW
Nominal wind speed	14,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	12,3	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 17: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83,5	84,7	85,0	86,2	86,7	87,1
3,5 m/s	88,6	89,7	89,9	90,7	91,0	91,2
4 m/s	91,8	92,6	92,7	93,6	93,9	94,1
4,5 m/s	94,4	95,2	95,4	96,2	96,5	96,7
5 m/s	96,7	97,5	97,7	98,5	98,8	99,0
5,5 m/s	98,8	99,6	99,8	100,5	100,8	101,1
6 m/s	100,7	101,5	101,6	101,9	102,0	102,0
6,5 m/s	101,9	102,1	102,1	102,3	102,4	102,5
7 m/s	102,3	102,5	102,6	103,0	103,2	103,3
7,5 m/s	102,9	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3
8 m/s	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3
8,5 m/s	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3
9 m/s	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3
9,5 m/s	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3	103,3

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3- ST-67- FB-C-01	E-115 EP3 E3- ST-87- FB-C-01	E-115 EP3 E3- ST-92- FB-C-01	E-115 EP3 E3- HST-122- FB-C-01	E-115 EP3 E3- HT-135- ES-C-01	E-115 EP3 E3- HST-149- FB-C-01
10 m/s	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3
10.5 m/s	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3
11 m/s	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3
11.5 m/s	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3
12 m/s	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3
95 % $P_n$	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3	103.3

Tab. 18: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90.1
5.5 m/s	92.1
6 m/s	94.0
6.5 m/s	95.8
7 m/s	97.4
7.5 m/s	98.9
8 m/s	100.3
8.5 m/s	101.6
9 m/s	102.0
9.5 m/s	102.3
10 m/s	102.6
10.5 m/s	103.3
11 m/s	103.3
11.5 m/s	103.3
12 m/s	103.3
12.5 m/s	103.3
13 m/s	103.3
13.5 m/s	103.3
14 m/s	103.3
14.5 m/s	103.3
15 m/s	103.3

### 5.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 23: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7.5	73.6	85.0	90.6	93.7	96.1	97.4	97.8	93.0	78.0

### 5.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 24: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7.5	73.7	85.1	90.7	93.7	96.1	97.4	97.8	92.8	77.0

### 5.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 25: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	73.8	85.2	90.9	94.1	96.5	97.6	97.4	91.7	74.9

## 5.3 Octave band levels of the loudest condition

### 5.3.1 Octave band level HH

Tab. 19: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_h$  at hub height

$v_h$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10.5	73.7	85.1	90.8	94.1	96.5	97.6	97.4	91.9	75.9

### 5.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 20: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	73.1	84.5	90.2	93.3	95.8	97.2	97.8	94.0	82.2

### 5.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 21: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7.5	73.3	84.7	90.4	93.7	96.2	97.4	97.6	93.1	80.0

### 5.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 22: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7.5	73.3	84.7	90.5	93.7	96.2	97.4	97.6	93.1	79.7

## 6 Operating mode II s

### 6.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode II s

Tab. 26: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode II s

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	9	0.18	0.71
2.50	29	0.29	0.96
3.00	57	0.33	0.94
3.50	100	0.36	0.89
4.00	163	0.40	0.86
4.50	248	0.42	0.85
5.00	351	0.44	0.84
5.50	478	0.45	0.83
6.00	628	0.45	0.83
6.50	803	0.46	0.82
7.00	1003	0.46	0.81
7.50	1229	0.45	0.80
8.00	1476	0.45	0.78
8.50	1736	0.44	0.75
9.00	1997	0.43	0.72
9.50	2244	0.41	0.67
10.00	2460	0.38	0.62
10.50	2635	0.36	0.57
11.00	2766	0.32	0.51
11.50	2856	0.29	0.45
12.00	2915	0.26	0.40
12.50	2951	0.24	0.35
13.00	2971	0.21	0.31
13.50	2982	0.19	0.27
14.00	2987	0.17	0.24
14.50	2989	0.15	0.22
15.00	2990	0.14	0.19

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>i</sub> value
15,50	2990	0,13	0,18
16,00	2990	0,11	0,16
16,50	2990	0,10	0,14
17,00	2990	0,09	0,13
17,50	2990	0,09	0,12
18,00	2990	0,08	0,11
18,50	2990	0,07	0,10
19,00	2990	0,07	0,10
19,50	2990	0,06	0,09
20,00	2990	0,06	0,08
20,50	2990	0,05	0,08
21,00	2990	0,05	0,07
21,50	2990	0,05	0,07
22,00	2990	0,04	0,06
22,50	2990	0,04	0,06
23,00	2990	0,04	0,06
23,50	2988	0,04	0,05
24,00	2980	0,03	0,05
24,50	2966	0,03	0,05
25,00	2944	0,03	0,04
25,50	2910	0,03	0,04
26,00	2861	0,03	0,04
26,50	2796	0,02	0,04
27,00	2713	0,02	0,03
27,50	2616	0,02	0,03
28,00	2404	0,02	0,03
28,50	2227	0,02	0,03
29,00	2057	0,01	0,02
29,50	1873	0,01	0,02
30,00	1713	0,01	0,02
30,50	1533	0,01	0,02
31,00	1346	0,01	0,01
31,50	1159	0,01	0,01
32,00	1042	0,00	0,01
32,50	882	0,00	0,01

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>i</sub> value
33,00	728	0,00	0,01
33,50	588	0,00	0,01
34,00	518	0,00	0,00

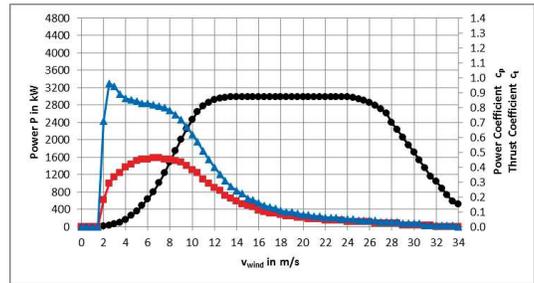
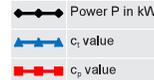


Fig. 3: Power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode II s



**6.2 Calculated sound power levels – operating mode II s**

In operating mode II s the wind energy converter operates with reduced sound emission. The highest expected sound power level is 102.3 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 27: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P <sub>n</sub> )	2990	kW
Nominal wind speed	14,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	11,9	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 28: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v, at a height of 10 m

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83,5	84,7	85,0	-	86,7	87,1
3,5 m/s	88,6	89,7	89,9	-	91,0	91,2
4 m/s	91,8	92,6	92,7	-	93,9	94,1
4,5 m/s	94,4	95,2	95,4	-	96,5	96,7
5 m/s	96,7	97,5	97,7	-	98,8	99,0
5,5 m/s	98,8	99,6	99,8	-	100,5	100,7
6 m/s	100,5	100,9	100,9	-	101,2	101,2
6,5 m/s	101,1	101,3	101,3	-	101,5	101,5
7 m/s	101,4	101,5	101,6	-	101,8	101,9
7,5 m/s	101,7	101,9	101,9	-	102,3	102,3
8 m/s	102,2	102,3	102,3	-	102,3	102,3
8,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3
9 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3
9,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3
10,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3
11 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3
11,5 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3
12 m/s	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3
95 % P <sub>n</sub>	102,3	102,3	102,3	-	102,3	102,3

Tab. 29: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>s</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	94,0
6,5 m/s	95,8
7 m/s	97,4
7,5 m/s	98,9
8 m/s	100,3
8,5 m/s	100,9
9 m/s	101,2
9,5 m/s	101,4
10 m/s	101,6
10,5 m/s	101,8
11 m/s	102,3
11,5 m/s	102,3
12 m/s	102,3
12,5 m/s	102,3
13 m/s	102,3
13,5 m/s	102,3
14 m/s	102,3
14,5 m/s	102,3
15 m/s	102,3

### 6.3 Octave band levels of the loudest condition

#### 6.3.1 Octave band level HH

Tab. 30: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_H$  at hub height

$v_H$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11	73,0	84,2	89,9	93,0	95,3	96,4	96,6	91,4	75,5

#### 6.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 31: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	72,3	83,6	89,1	92,2	94,6	96,1	97,0	93,4	81,6

#### 6.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 32: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	72,5	83,8	89,4	92,5	94,9	96,2	96,8	92,7	79,6

#### 6.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 33: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	72,5	83,8	89,4	92,5	94,9	96,2	96,8	92,7	79,4

### 6.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 34: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 6.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 35: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	73,0	84,2	89,9	92,9	95,2	96,4	96,6	91,6	75,7

### 6.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 36: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	73,1	84,3	89,9	92,9	95,2	96,5	96,7	91,3	74,7

## 7 Operating mode 2500 kW s

### 7.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode 2500 kW s

Tab. 37: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 2500 kW s

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	248	0,43	0,85
5,00	351	0,44	0,84
5,50	478	0,45	0,83
6,00	628	0,45	0,83
6,50	804	0,46	0,83
7,00	1008	0,46	0,82
7,50	1235	0,46	0,81
8,00	1477	0,45	0,79
8,50	1717	0,44	0,76
9,00	1936	0,41	0,71
9,50	2119	0,39	0,64
10,00	2259	0,35	0,57
10,50	2358	0,32	0,50
11,00	2421	0,28	0,44
11,50	2459	0,25	0,38
12,00	2480	0,22	0,33
12,50	2492	0,20	0,29
13,00	2497	0,18	0,26
13,50	2499	0,16	0,23
14,00	2500	0,14	0,20
14,50	2500	0,13	0,18

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,00	2500	0,12	0,16
15,50	2500	0,11	0,15
16,00	2500	0,10	0,13
16,50	2500	0,09	0,12
17,00	2500	0,08	0,11
17,50	2500	0,07	0,10
18,00	2500	0,07	0,09
18,50	2500	0,06	0,09
19,00	2500	0,06	0,08
19,50	2500	0,05	0,08
20,00	2500	0,05	0,07
20,50	2500	0,05	0,07
21,00	2500	0,04	0,06
21,50	2500	0,04	0,06
22,00	2500	0,04	0,05
22,50	2500	0,03	0,05
23,00	2500	0,03	0,05
23,50	2498	0,03	0,05
24,00	2493	0,03	0,04
24,50	2484	0,03	0,04
25,00	2469	0,03	0,04
25,50	2447	0,02	0,04
26,00	2415	0,02	0,03
26,50	2372	0,02	0,03
27,00	2317	0,02	0,03
27,50	2251	0,02	0,03
28,00	2116	0,02	0,03
28,50	1995	0,01	0,02
29,00	1873	0,01	0,02
29,50	1733	0,01	0,02
30,00	1615	0,01	0,02
30,50	1467	0,01	0,02
31,00	1304	0,01	0,01
31,50	1135	0,01	0,01
32,00	1040	0,01	0,01

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
32,50	889	0,00	0,01
33,00	740	0,00	0,01
33,50	603	0,00	0,01
34,00	541	0,00	0,00

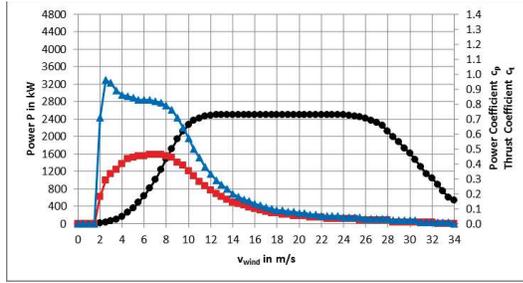


Fig. 4: Power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> curve for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 2500 kW s

Legend
◆ Power P in kW
▲ c <sub>p</sub> value
■ c <sub>t</sub> value

## 7.2 Calculated sound power levels – operating mode 2500 kW s

In operating mode 2500 kW s the wind energy converter operates with reduced power. The highest expected sound power level is 103.5 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 38: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P <sub>n</sub> )	2500	kW
Nominal wind speed	13,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	12,5	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 39: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83,5	84,7	85,0	86,2	86,7	87,1
3,5 m/s	88,6	89,7	89,9	90,7	91,0	91,2
4 m/s	91,8	92,6	92,7	93,6	93,8	94,1
4,5 m/s	94,4	95,2	95,4	96,2	96,5	96,7
5 m/s	96,7	97,5	97,7	98,5	98,8	99,0
5,5 m/s	98,8	99,6	99,8	100,6	100,9	101,1
6 m/s	100,7	101,6	101,7	102,4	102,6	102,8
6,5 m/s	102,4	102,8	102,9	103,1	103,2	103,2
7 m/s	103,1	103,2	103,3	103,3	103,4	103,4
7,5 m/s	103,3	103,4	103,4	103,5	103,5	103,5
8 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
8,5 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
9 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
9,5 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
10,5 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
11 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
11,5 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
12 m/s	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5
95 % P <sub>n</sub>	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5	103,5

Tab. 40: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>h</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	94,0
6,5 m/s	95,8
7 m/s	97,4
7,5 m/s	98,9
8 m/s	100,3
8,5 m/s	101,7
9 m/s	102,7
9,5 m/s	103,1
10 m/s	103,3
10,5 m/s	103,4
11 m/s	103,5
11,5 m/s	103,5
12 m/s	103,5
12,5 m/s	103,5
13 m/s	103,5
13,5 m/s	103,5
14 m/s	103,5
14,5 m/s	103,5
15 m/s	103,5

## 7.3 Octave band levels of the loudest condition

### 7.3.1 Octave band level HH

Tab. 41: Octave band level in dB(A), based on wind speed v<sub>h</sub> at hub height

v <sub>h</sub> in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11	73,7	85,1	90,6	93,3	95,8	97,5	98,4	93,7	77,7

### 7.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 42: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	73,0	84,4	89,9	92,7	95,3	97,2	98,5	95,1	83,1

### 7.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 43: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	73,1	84,5	90,0	92,7	95,3	97,3	98,6	94,8	81,5

### 7.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 44: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	73,2	84,6	90,0	92,7	95,3	97,3	98,6	94,8	81,2

**7.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01**

Tab. 45: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	73,5	85,0	90,4	93,1	95,6	97,4	98,5	94,1	78,8

**7.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01**

Tab. 46: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	73,6	85,1	90,5	93,2	95,7	97,5	98,5	93,7	77,7

**7.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01**

Tab. 47: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	73,8	85,2	90,6	93,2	95,7	97,5	98,5	93,5	76,6

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,00	2000	0,09	0,13
15,50	2000	0,08	0,12
16,00	2000	0,08	0,11
16,50	2000	0,07	0,10
17,00	2000	0,06	0,09
17,50	2000	0,06	0,08
18,00	2000	0,05	0,08
18,50	2000	0,05	0,07
19,00	2000	0,05	0,07
19,50	2000	0,04	0,06
20,00	2000	0,04	0,06
20,50	2000	0,04	0,05
21,00	2000	0,03	0,05
21,50	2000	0,03	0,05
22,00	2000	0,03	0,05
22,50	2000	0,03	0,04
23,00	2000	0,03	0,04
23,50	1999	0,02	0,04
24,00	1997	0,02	0,04
24,50	1993	0,02	0,03
25,00	1986	0,02	0,03
25,50	1975	0,02	0,03
26,00	1957	0,02	0,03
26,50	1933	0,02	0,03
27,00	1901	0,02	0,03
27,50	1861	0,01	0,02
28,00	1783	0,01	0,02
28,50	1704	0,01	0,02
29,00	1616	0,01	0,02
29,50	1511	0,01	0,02
30,00	1423	0,01	0,02
30,50	1303	0,01	0,01
31,00	1166	0,01	0,01
31,50	1021	0,01	0,01
32,00	944	0,00	0,01

**8 Operating mode 2000 kW s**

**8.1 Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values – operating mode 2000 kW s**

Tab. 48: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 2000 kW s

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	248	0,43	0,85
5,00	351	0,44	0,84
5,50	478	0,45	0,83
6,00	628	0,45	0,83
6,50	804	0,46	0,83
7,00	1001	0,46	0,82
7,50	1210	0,45	0,80
8,00	1414	0,43	0,76
8,50	1595	0,41	0,70
9,00	1740	0,37	0,63
9,50	1845	0,34	0,55
10,00	1914	0,30	0,48
10,50	1956	0,26	0,41
11,00	1979	0,23	0,35
11,50	1991	0,20	0,30
12,00	1997	0,18	0,26
12,50	1999	0,16	0,23
13,00	2000	0,14	0,20
13,50	2000	0,13	0,18
14,00	2000	0,11	0,16
14,50	2000	0,10	0,15

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32,50	811	0,00	0,01
33,00	678	0,00	0,01
33,50	555	0,00	0,01
34,00	503	0,00	0,01

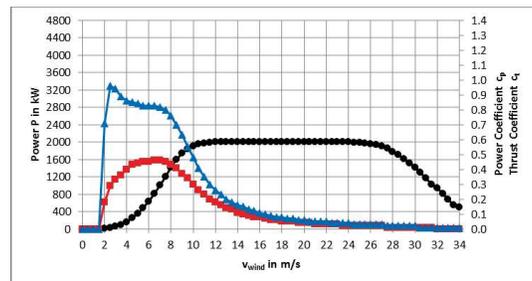


Fig. 5: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curve for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 2000 kW s

- ◆ Power P in kW
- ▲  $c_p$  value
- $c_t$  value

**8.2 Calculated sound power levels – operating mode 2000 kW s**

In operating mode 2000 kW s the wind energy converter operates with reduced power. The highest expected sound power level is 103.2 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 49: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P <sub>n</sub> )	2000	kW
Nominal wind speed	12,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	12,3	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 50: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83,5	84,7	85,0	86,2	86,7	87,1
3,5 m/s	88,6	89,7	89,9	90,7	91,0	91,2
4 m/s	91,8	92,6	92,7	93,6	93,8	94,1
4,5 m/s	94,4	95,2	95,4	96,2	96,5	96,7
5 m/s	96,7	97,5	97,7	98,5	98,8	99,0
5,5 m/s	98,8	99,6	99,8	100,6	100,9	101,1
6 m/s	100,7	101,6	101,7	102,4	102,6	102,7
6,5 m/s	102,4	102,8	102,9	103,1	103,2	103,2
7 m/s	103,1	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
7,5 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
8 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
8,5 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
9 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
9,5 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2

**8.3 Octave band levels of the loudest condition**

**8.3.1 Octave band level HH**

Tab. 52: Octave band level in dB(A), based on wind speed v<sub>s</sub> at hub height

v <sub>s</sub> in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	73,4	84,8	90,3	92,9	95,4	97,2	98,1	93,4	77,4

**8.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01**

Tab. 53: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	72,7	84,0	89,5	92,2	94,9	96,9	98,3	95,0	82,8

**8.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01**

Tab. 54: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	72,9	84,3	89,8	92,6	95,2	97,0	98,1	94,3	81,1

**8.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01**

Tab. 55: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	73,0	84,4	89,8	92,6	95,2	97,0	98,2	94,3	80,8

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
10,5 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
11 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
11,5 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
12 m/s	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2
95 % P <sub>n</sub>	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2	103,2

Tab. 51: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>s</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	94,0
6,5 m/s	95,8
7 m/s	97,4
7,5 m/s	98,9
8 m/s	100,3
8,5 m/s	101,7
9 m/s	102,7
9,5 m/s	103,1
10 m/s	103,2
10,5 m/s	103,2
11 m/s	103,2
11,5 m/s	103,2
12 m/s	103,2
12,5 m/s	103,2
13 m/s	103,2
13,5 m/s	103,2
14 m/s	103,2
14,5 m/s	103,2
15 m/s	103,2

**8.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01**

Tab. 56: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	73,3	84,6	90,0	92,6	95,2	97,1	98,3	93,8	78,4

**8.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01**

Tab. 57: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	73,4	84,8	90,3	93,1	95,6	97,2	98,0	93,2	77,2

**8.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01**

Tab. 58: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6,5	73,6	84,9	90,4	93,1	95,6	97,2	98,0	92,9	76,2

**9 Operating mode 1500 kW s**

**9.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode 1500 kW s**

Tab. 59: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 1500 kW s

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	248	0,43	0,85
5,00	351	0,44	0,84
5,50	478	0,45	0,83
6,00	626	0,45	0,83
6,50	791	0,45	0,81
7,00	961	0,44	0,78
7,50	1120	0,41	0,72
8,00	1252	0,38	0,65
8,50	1351	0,34	0,57
9,00	1417	0,30	0,49
9,50	1457	0,27	0,42
10,00	1480	0,23	0,35
10,50	1492	0,20	0,30
11,00	1497	0,18	0,26
11,50	1499	0,15	0,22
12,00	1500	0,14	0,20
12,50	1500	0,12	0,17
13,00	1500	0,11	0,15
13,50	1500	0,10	0,14
14,00	1500	0,09	0,12
14,50	1500	0,08	0,11

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32,50	634	0,00	0,01
33,00	531	0,00	0,01
33,50	435	0,00	0,00
34,00	396	0,00	0,00

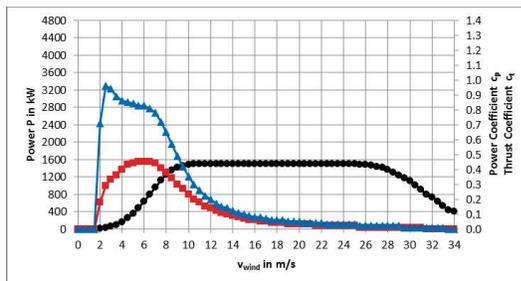


Fig. 6: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curve for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 1500 kW s

—●—	Power P in kW
—▲—	$c_p$ value
—■—	$c_t$ value

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,00	1500	0,07	0,10
15,50	1500	0,06	0,09
16,00	1500	0,06	0,08
16,50	1500	0,05	0,08
17,00	1500	0,05	0,07
17,50	1500	0,04	0,06
18,00	1500	0,04	0,06
18,50	1500	0,04	0,06
19,00	1500	0,03	0,05
19,50	1500	0,03	0,05
20,00	1500	0,03	0,05
20,50	1500	0,03	0,04
21,00	1500	0,03	0,04
21,50	1500	0,02	0,04
22,00	1500	0,02	0,04
22,50	1500	0,02	0,03
23,00	1500	0,02	0,03
23,50	1500	0,02	0,03
24,00	1499	0,02	0,03
24,50	1496	0,02	0,03
25,00	1492	0,02	0,03
25,50	1485	0,01	0,02
26,00	1474	0,01	0,02
26,50	1458	0,01	0,02
27,00	1437	0,01	0,02
27,50	1411	0,01	0,02
28,00	1359	0,01	0,02
28,50	1304	0,01	0,02
29,00	1241	0,01	0,02
29,50	1164	0,01	0,01
30,00	1100	0,01	0,01
30,50	1010	0,01	0,01
31,00	906	0,01	0,01
31,50	795	0,00	0,01
32,00	737	0,00	0,01

**9.2 Calculated sound power levels – operating mode 1500 kW s**

In operating mode 1500 kW s the wind energy converter operates with reduced power. The highest expected sound power level is 101.4 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 60: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	1500	kW
Nominal wind speed	11,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	11,3	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 61: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83,5	84,7	85,0	85,2	86,7	87,1
3,5 m/s	88,6	89,7	89,9	90,7	91,0	91,2
4 m/s	91,8	92,6	92,7	93,6	93,8	94,1
4,5 m/s	94,4	95,2	95,4	96,2	96,5	96,7
5 m/s	96,7	97,5	97,7	98,5	98,8	99,0
5,5 m/s	98,8	99,6	99,8	100,4	100,6	100,7
6 m/s	100,5	100,9	101,0	101,1	101,2	101,3
6,5 m/s	101,1	101,3	101,3	101,4	101,4	101,4
7 m/s	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
7,5 m/s	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
8 m/s	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
8,5 m/s	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
9 m/s	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4
9,5 m/s	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4	101,4

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4
10.5 m/s	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4
11 m/s	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4
11.5 m/s	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4
12 m/s	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4
95 % $P_n$	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4	101.4

Tab. 62: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90.1
5.5 m/s	92.1
6 m/s	94.0
6.5 m/s	95.8
7 m/s	97.4
7.5 m/s	98.9
8 m/s	100.3
8.5 m/s	101.0
9 m/s	101.2
9.5 m/s	101.4
10 m/s	101.4
10.5 m/s	101.4
11 m/s	101.4
11.5 m/s	101.4
12 m/s	101.4
12.5 m/s	101.4
13 m/s	101.4
13.5 m/s	101.4
14 m/s	101.4
14.5 m/s	101.4
15 m/s	101.4

### 9.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 67: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6.5	71.8	83.0	88.3	90.8	93.3	95.3	96.6	92.0	76.3

### 9.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 68: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6.5	71.9	83.1	88.4	90.8	93.3	95.3	96.6	91.7	75.1

### 9.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 69: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6.5	72.0	83.1	88.4	90.9	93.3	95.4	96.7	91.4	73.8

## 9.3 Octave band levels of the loudest condition

### 9.3.1 Octave band level HH

Tab. 63: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_h$  at hub height

$v_h$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9.5	72.0	83.2	88.5	91.0	93.4	95.3	96.5	91.7	75.3

### 9.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 64: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	71.3	82.4	87.8	90.4	93.0	95.0	96.6	93.1	80.8

### 9.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 65: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	71.3	82.5	87.8	90.3	92.9	95.1	96.8	92.7	78.8

### 9.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 66: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7	71.4	82.5	87.8	90.3	92.9	95.1	96.9	92.6	78.2

## 10 Operating mode 1000 kW s

### 10.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode 1000 kW s

Tab. 70: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 1000 kW s

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	9	0.18	0.71
2.50	29	0.29	0.96
3.00	57	0.33	0.94
3.50	100	0.36	0.89
4.00	163	0.40	0.86
4.50	248	0.43	0.85
5.00	351	0.44	0.84
5.50	471	0.44	0.82
6.00	598	0.43	0.79
6.50	720	0.41	0.73
7.00	821	0.37	0.65
7.50	896	0.33	0.56
8.00	945	0.29	0.47
8.50	973	0.25	0.39
9.00	988	0.21	0.33
9.50	996	0.18	0.27
10.00	999	0.16	0.23
10.50	1000	0.14	0.20
11.00	1000	0.12	0.17
11.50	1000	0.10	0.15
12.00	1000	0.09	0.13
12.50	1000	0.08	0.12
13.00	1000	0.07	0.10
13.50	1000	0.06	0.09
14.00	1000	0.06	0.08
14.50	1000	0.05	0.08

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
15,00	1000	0,05	0,07
15,50	1000	0,04	0,06
16,00	1000	0,04	0,06
16,50	1000	0,04	0,05
17,00	1000	0,03	0,05
17,50	1000	0,03	0,05
18,00	1000	0,03	0,04
18,50	1000	0,03	0,04
19,00	1000	0,02	0,04
19,50	1000	0,02	0,03
20,00	1000	0,02	0,03
20,50	1000	0,02	0,03
21,00	1000	0,02	0,03
21,50	1000	0,02	0,03
22,00	1000	0,02	0,03
22,50	1000	0,01	0,02
23,00	1000	0,01	0,02
23,50	1000	0,01	0,02
24,00	999	0,01	0,02
24,50	998	0,01	0,02
25,00	996	0,01	0,02
25,50	992	0,01	0,02
26,00	985	0,01	0,02
26,50	976	0,01	0,02
27,00	963	0,01	0,02
27,50	947	0,01	0,02
28,00	916	0,01	0,01
28,50	881	0,01	0,01
29,00	841	0,01	0,01
29,50	790	0,01	0,01
30,00	749	0,00	0,01
30,50	689	0,00	0,01
31,00	619	0,00	0,01
31,50	544	0,00	0,01
32,00	506	0,00	0,01

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
32,50	436	0,00	0,01
33,00	366	0,00	0,01
33,50	300	0,00	0,00
34,00	274	0,00	0,00

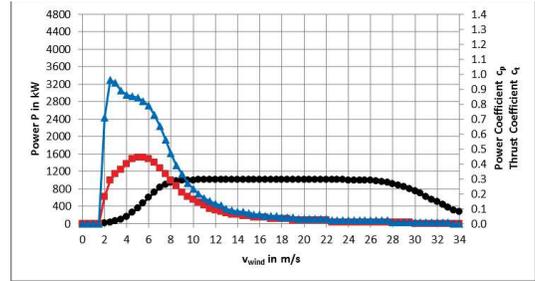


Fig. 7: Power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> curve for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 1000 kW s

◆◆◆	Power P in kW
▲▲▲	c <sub>p</sub> value
■ ■ ■	c <sub>t</sub> value

**10.2 Calculated sound power levels – operating mode 1000 kW s**

In operating mode 1000 kW s the wind energy converter operates with reduced power. The highest expected sound power level is 98,6 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 71: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P <sub>n</sub> )	1000	kW
Nominal wind speed	10,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	9,9	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 72: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v, at a height of 10 m

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83,5	84,7	85,0	86,2	86,7	87,1
3,5 m/s	88,6	89,7	89,9	90,7	91,0	91,2
4 m/s	91,8	92,6	92,7	93,6	93,8	94,1
4,5 m/s	94,4	95,2	95,4	96,2	96,5	96,7
5 m/s	96,7	97,4	97,5	97,9	98,1	98,1
5,5 m/s	98,1	98,3	98,4	98,6	98,6	98,6
6 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
6,5 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
7 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
7,5 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
8 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
8,5 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
9 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
9,5 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
10,5 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
11 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
11,5 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
12 m/s	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6
95 % P <sub>n</sub>	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6

Tab. 73: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>h</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	94,0
6,5 m/s	95,8
7 m/s	97,4
7,5 m/s	98,1
8 m/s	98,6
8,5 m/s	98,6
9 m/s	98,6
9,5 m/s	98,6
10 m/s	98,6
10,5 m/s	98,6
11 m/s	98,6
11,5 m/s	98,6
12 m/s	98,6
12,5 m/s	98,6
13 m/s	98,6
13,5 m/s	98,6
14 m/s	98,6
14,5 m/s	98,6
15 m/s	98,6

### 10.3 Octave band levels of the loudest condition

#### 10.3.1 Octave band level HH

Tab. 74: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_H$  at hub height

$v_H$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	69,9	80,8	86,2	88,8	91,0	92,5	93,3	88,5	72,1

#### 10.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 75: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	69,2	80,2	85,5	88,1	90,5	92,2	93,6	90,1	77,6

#### 10.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 76: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	69,3	80,3	85,5	88,1	90,5	92,3	93,7	89,7	76,0

#### 10.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 77: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	69,3	80,3	85,6	88,1	90,5	92,3	93,7	89,6	75,5

### 10.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 78: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	69,8	80,7	86,0	88,6	90,9	92,5	93,5	88,9	73,2

### 10.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 79: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	69,8	80,8	86,1	88,7	90,9	92,5	93,4	88,6	72,1

### 10.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 80: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	70,0	80,9	86,2	88,7	90,9	92,5	93,5	88,3	70,9

## 11 Operating mode 500 kW s

### 11.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode 500 kW s

Tab. 81: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 500 kW s

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	162	0,40	0,86
4,50	238	0,41	0,82
5,00	315	0,39	0,75
5,50	383	0,36	0,66
6,00	434	0,31	0,56
6,50	466	0,27	0,45
7,00	485	0,22	0,37
7,50	494	0,18	0,29
8,00	498	0,15	0,24
8,50	500	0,13	0,20
9,00	500	0,11	0,17
9,50	500	0,09	0,14
10,00	500	0,08	0,12
10,50	500	0,07	0,10
11,00	500	0,06	0,09
11,50	500	0,05	0,08
12,00	500	0,05	0,07
12,50	500	0,04	0,06
13,00	500	0,04	0,06
13,50	500	0,03	0,05
14,00	500	0,03	0,05
14,50	500	0,03	0,04

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,00	500	0,02	0,04
15,50	500	0,02	0,04
16,00	500	0,02	0,03
16,50	500	0,02	0,03
17,00	500	0,02	0,03
17,50	500	0,02	0,03
18,00	500	0,01	0,03
18,50	500	0,01	0,02
19,00	500	0,01	0,02
19,50	500	0,01	0,02
20,00	500	0,01	0,02
20,50	500	0,01	0,02
21,00	500	0,01	0,02
21,50	500	0,01	0,02
22,00	500	0,01	0,02
22,50	500	0,01	0,02
23,00	500	0,01	0,01
23,50	500	0,01	0,01
24,00	500	0,01	0,01
24,50	500	0,01	0,01
25,00	499	0,01	0,01
25,50	498	0,01	0,01
26,00	496	0,00	0,01
26,50	493	0,00	0,01
27,00	489	0,00	0,01
27,50	483	0,00	0,01
28,00	473	0,00	0,01
28,50	460	0,00	0,01
29,00	442	0,00	0,01
29,50	418	0,00	0,01
30,00	399	0,00	0,01
30,50	369	0,00	0,01
31,00	334	0,00	0,01
31,50	294	0,00	0,01
32,00	276	0,00	0,01

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
32,50	238	0,00	0,00
33,00	200	0,00	0,00
33,50	164	0,00	0,00
34,00	151	0,00	0,00

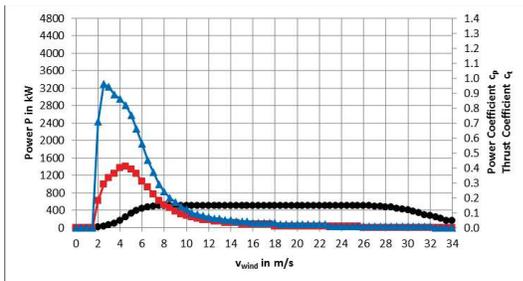


Fig. 8: Power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> curve for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 500 kW s

Symbol	Description
◆—◆	Power P in kW
▲—▲	c <sub>p</sub> value
■—■	c <sub>t</sub> value

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
10,5 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
11 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
11,5 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
12 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
95 % P <sub>n</sub>	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2

Tab. 84: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>h</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90.1
5,5 m/s	92.1
6 m/s	93.6
6,5 m/s	94.0
7 m/s	94.1
7,5 m/s	94.2
8 m/s	94.2
8,5 m/s	94.2
9 m/s	94.2
9,5 m/s	94.2
10 m/s	94.2
10,5 m/s	94.2
11 m/s	94.2
11,5 m/s	94.2
12 m/s	94.2
12,5 m/s	94.2
13 m/s	94.2
13,5 m/s	94.2
14 m/s	94.2
14,5 m/s	94.2
15 m/s	94.2

## 11.2 Calculated sound power levels – operating mode 500 kW s

In operating mode 500 kW s the wind energy converter operates with reduced power. The highest expected sound power level is 94.2 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 82: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P <sub>n</sub> )	500	kW
Nominal wind speed	8,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	8,1	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 83: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	83.5	84.7	85.0	86.2	86.7	87.1
3,5 m/s	88.6	89.7	89.9	90.7	91.0	91.2
4 m/s	91.8	92.5	92.6	93.3	93.5	93.6
4,5 m/s	93.7	93.9	93.9	94.0	94.0	94.1
5 m/s	94.0	94.1	94.1	94.2	94.2	94.2
5,5 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
6 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
6,5 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
7 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
7,5 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
8 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
8,5 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
9 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2
9,5 m/s	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2	94.2

## 11.3 Octave band levels of the loudest condition

### 11.3.1 Octave band level HH

Tab. 85: Octave band level in dB(A), based on wind speed v<sub>s</sub> at hub height

v <sub>s</sub> in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
7,5	66.0	76.6	81.6	84.0	86.1	88.1	89.5	83.7	66.3

### 11.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 86: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	65,3	75,9	81,0	83,4	85,7	87,9	89,6	85,1	71,7

### 11.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 87: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	65,5	76,1	81,1	83,5	85,8	88,1	89,6	84,6	69,9

### 11.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 88: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5,5	65,5	76,1	81,1	83,5	85,8	88,1	89,6	84,4	69,4

### 11.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 89: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	65.9	76.5	81.5	83.9	86.1	88.0	89.4	84.0	67.5

### 11.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 90: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	66.0	76.6	81.6	84.0	86.1	88.1	89.5	83.7	66.4

### 11.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 91: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
5	66.1	76.7	81.7	84.0	86.2	88.2	89.5	83.4	65.1

## Technical data sheet

### Power-optimised sound modes

### ENERCON E-115 EP3 E3 / 2990 kW wind energy converter with TES (Trailing Edge Serrations)

#### Technical data sheet

#### Power-optimised sound modes E-115 EP3 E3 / 2990 kW with TES



#### Publisher

ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 28605 Aurich • Germany  
Phone: +49 4941 927-0 • Fax: +49 4941 927-109  
E-mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de  
Managing Directors: Hans-Dieter Keltwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet,  
Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle  
Local court: Aurich • Company registration number: HRB 411  
VAT ID no.: DE 181 977 360

#### Copyright notice

The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.

ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use, making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.

The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.

If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.

#### Registered trademarks

Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.

#### Reservation of right of modification

ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.



#### Technical data sheet Power-optimised sound modes E-115 EP3 E3 / 2990 kW with TES

#### Document details

Document ID	D0951459-0		
Note	Original document, Source document of this translation: D0949281-0/2020-04-14		
Date	Language	DCC	Plant/department
2020-04-21	en	DA	WRD Management Support GmbH / Documentation Department

#### Applicable documents

The titles of the documents listed are the titles of the original language versions, with translations of these titles in brackets where applicable. The titles of superordinate standards and guidelines are indicated in the original language or as an English translation. Document IDs always refer to the original language versions. If the document ID does not contain a revision, the most recent revision of the document applies. This list contains documents concerning optional components if necessary.

Document-ID	Titel
DIN 45645-1:1996	Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft (Determination of rating levels from measurement data - Part 1: Noise immission in the neighbourhood)
DIN 45681:2005	Akustik - Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschimmissionen (Acoustics - Determination of tonal components of noise and determination of a tone adjustment for the assessment of noise immissions)
IEC 61400-11:2012	Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
TR 1:2008	Technische Richtlinien für Windenergieanlagen Teil 1: Bestimmung der Schallemissionswerte (Technical regulations for wind energy converters - Part 1: Determination of noise emission values)
DIN EN ISO 266:1997	Akustik Normfrequenzen (Acoustics standard frequencies)
-	Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters

**Table of contents**

<b>1</b>	<b>Available operating modes</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Power Performance</b>	<b>9</b>
2.1	Site	9
2.2	Operating parameters	9
2.3	Turbulence intensity	10
<b>3</b>	<b>Sound power level</b>	<b>13</b>
3.1	Octave band level	13
<b>4</b>	<b>Operating mode 102,0 dB</b>	<b>14</b>
4.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 102,0 dB	14
4.2	Calculated sound power levels – operating mode 102,0 dB	17
4.3	Octave band levels of the loudest condition	19
4.3.1	Octave band level at HH	19
4.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	19
4.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	19
4.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	19
4.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	19
4.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	20
4.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	20
<b>5</b>	<b>Operating mode 101,0 dB</b>	<b>21</b>
5.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 101,0 dB	21
5.2	Calculated sound power levels – operating mode 101,0 dB	24
5.3	Octave band levels of the loudest condition	26
5.3.1	Octave band level at HH	26
5.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	26
5.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	26
5.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	26
5.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	27
5.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	27
5.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	27
<b>6</b>	<b>Operating mode 100,0 dB</b>	<b>28</b>
6.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 100,0 dB	28
6.2	Calculated sound power levels – operating mode 100,0 dB	31
6.3	Octave band levels of the loudest condition	33
6.3.1	Octave band level at HH	33
6.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	33
6.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	33

6.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	33
6.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	34
6.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	34
6.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	34
<b>7</b>	<b>Operating mode 99,0 dB</b>	<b>35</b>
7.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 99,0 dB	35
7.2	Calculated sound power levels – operating mode 99,0 dB	38
7.3	Octave band levels of the loudest condition	40
7.3.1	Octave band level at HH	40
7.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	40
7.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	40
7.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	40
7.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	41
7.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	41
7.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	41
<b>8</b>	<b>Operating mode 98,0 dB</b>	<b>42</b>
8.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 98,0 dB	42
8.2	Calculated sound power levels – operating mode 98,0 dB	45
8.3	Octave band levels of the loudest condition	47
8.3.1	Octave band level at HH	47
8.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	47
8.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	47
8.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	47
8.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	48
8.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	48
8.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	48
<b>9</b>	<b>Operating mode 97,0 dB</b>	<b>49</b>
9.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 97,0 dB	49
9.2	Calculated sound power levels – operating mode 97,0 dB	52
9.3	Octave band levels of the loudest condition	54
9.3.1	Octave band level at HH	54
9.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	54
9.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	54
9.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	54
9.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	55
9.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	55
9.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	55
<b>10</b>	<b>Operating mode 96,0 dB</b>	<b>56</b>
10.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 96,0 dB	56

10.2	Calculated sound power levels – operating mode 96,0 dB	59
10.3	Octave band levels of the loudest condition	61
10.3.1	Octave band level at HH	61
10.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	61
10.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	61
10.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	61
10.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	62
10.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	62
10.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	62
<b>11</b>	<b>Operating mode 95,0 dB</b>	<b>63</b>
11.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 95,0 dB	63
11.2	Calculated sound power levels – operating mode 95,0 dB	66
11.3	Octave band levels of the loudest condition	68
11.3.1	Octave band level at HH	68
11.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	68
11.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	68
11.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	68
11.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	69
11.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	69
11.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	69
<b>12</b>	<b>Operating mode 94,0 dB</b>	<b>70</b>
12.1	Calculated power, cp and ct values – operating mode 94,0 dB	70
12.2	Calculated sound power levels – operating mode 94,0 dB	73
12.3	Octave band levels of the loudest condition	75
12.3.1	Octave band level at HH	75
12.3.2	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	75
12.3.3	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	75
12.3.4	Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	75
12.3.5	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	76
12.3.6	Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	76
12.3.7	Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	76

**List of abbreviations**

**Abbreviations**

HH	Hub height
HST	Hybrid steel tower
HT	Hybrid tower
ST	Steel tower

**Variables, units, formulas**

$L_o$	Octave band level
$L_T$	One-third octave band level
$v_H$	Wind speed at hub height
$v_s$	Standardised wind speed
$\sigma_p$	Serial product variation
$\sigma_R$	Uncertainty in measurement

## 1 Available operating modes

The table below shows which operating modes are available for what tower versions or hub heights.

Tab. 1: Available operating modes

Operating mode	Tower versions or hub heights (HH)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
	HH 67 m	HH 87 m	HH 92 m	HH 122 m	HH 135 m	HH 149 m
102 dB	-	x	x	- <sup>1</sup>	x	x
101 dB	-	x	x	-	x	x
100 dB	-	x	x	-	x	- <sup>1</sup>
99 dB	-	x	x	- <sup>1</sup>	x	-
98 dB	-	x	x	x	x	-
97 dB	-	-	-	x	x	-
96 dB	-	-	-	x	x	-
95 dB	-	-	-	x	x	- <sup>1</sup>
94 dB	-	-	x	x	x	x

x = Available

-<sup>1</sup> = Available on request after site-specific check

- = Not available

## 2 Power Performance

The power values, power coefficients ( $c_p$  values) and thrust coefficients ( $c_t$  values) given in this document are predicted values. Based on the current development status of this wind energy converter type, ENERCON considers it sufficiently likely that these values will be reached. The power performance of the wind energy converter is only guaranteed under the conditions described in the document 'Power Performance Warranty for ENERCON Wind Energy Converters'.

### 2.1 Site

The power,  $c_p$  and  $c_t$  curves listed in this document have been calculated for the conditions described in tab. 2, p. 9 with an undamaged leading edge and clean rotor blades. The calculations are based on experience with wind energy converters in a wide variety of locations. The availability of a power-optimised sound mode is dependent on the tower type chosen and requires project-specific approval by WRD Wobben Research and Development GmbH.

Tab. 2: Site conditions

Parameter	Value (10-minute mean)
Standard air density	1.225 kg/m <sup>3</sup>
Turbulence intensity	According to ch. 2.3, p. 10
Wind shear exponent	0.0 to 0.3
Maximum difference of wind direction between upper and lower blade tip	10°
Maximum flow inclination	±2°
Terrain	According to IEC 61400-12-1:2017
Snow/ice	No
Rain	No

Otherwise, the framework conditions according to IEC 61400-12-1:2017 apply.

### 2.2 Operating parameters

The settings of the wind energy converter's reactive power generation and wind farm open-loop and closed-loop control systems influence the power performance. The calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  curves listed in this document apply only to operation without limitations.

## 2.3 Turbulence intensity

The table below defines the validity range of the power,  $c_p$  and  $c_t$  characteristic curves in relation to the degrees of turbulence intensity that may prevail on site. See the tab. 2, p. 9 for further restrictions.

Tab. 3: Turbulence intensity

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
15.50	7.78	14.45
16.00	7.70	14.30
16.50	7.63	14.16
17.00	7.56	14.03
17.50	7.49	13.91
18.00	7.43	13.79
18.50	7.37	13.69
19.00	7.31	13.58
19.50	7.26	13.48
20.00	7.21	13.39
20.50	7.16	13.30
21.00	7.12	13.22
21.50	7.07	13.14
22.00	7.03	13.06
22.50	6.99	12.99
23.00	6.95	12.92
23.50	6.92	12.85
24.00	6.88	12.78
24.50	6.85	12.72
25.00	6.82	12.66
25.50	6.79	12.60
26.00	6.76	12.55
26.50	6.73	12.50
27.00	6.70	12.45
27.50	6.68	12.40
28.00	6.65	12.35
28.50	6.63	12.30
29.00	6.60	12.26
29.50	6.58	12.22
30.00	6.56	12.18
30.50	6.54	12.14
31.00	6.51	12.10
31.50	6.49	12.06
32.00	6.48	12.03
32.50	6.46	11.99

Wind speed in m/s	Lower limit of turbulence intensity in %	Upper limit of turbulence intensity in %
33.00	6.44	11.96
33.50	6.42	11.92
34.00	6.40	11.89

## 4 Operating mode 102.0 dB

### 4.1 Calculated power, cp and ct values – operating mode 102.0 dB

Tab. 4: Calculated power, cp and ct values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 102.0 dB

Wind speed v in m/s	Power P in kW	cp value	ct value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	9	0.17	0.72
2.50	29	0.29	0.96
3.00	57	0.33	0.94
3.50	100	0.36	0.89
4.00	163	0.40	0.86
4.50	248	0.43	0.85
5.00	351	0.44	0.84
5.50	477	0.45	0.83
6.00	627	0.45	0.83
6.50	801	0.46	0.82
7.00	997	0.45	0.80
7.50	1214	0.45	0.78
8.00	1447	0.44	0.75
8.50	1690	0.43	0.72
9.00	1934	0.41	0.68
9.50	2167	0.39	0.64
10.00	2379	0.37	0.59
10.50	2559	0.35	0.54
11.00	2702	0.32	0.49
11.50	2807	0.29	0.44
12.00	2880	0.26	0.39
12.50	2928	0.23	0.35
13.00	2957	0.21	0.31
13.50	2973	0.19	0.27
14.00	2982	0.17	0.24
14.50	2987	0.15	0.22

## 3 Sound power level

Allocation of the sound power levels to the standardised wind speed ( $v_w$ ) at a height of 10 m is valid only if based on a logarithmic wind shear law with a roughness length of 0.05 m. Allocation of the sound power levels to the wind speed at hub height ( $v_h$ ) is valid for all hub heights (HH). During measurements, the wind speed is determined based on the power output and the power curve.

The maximum tonal noise KTN across the entire power range is 1 dB (applies to close range acc. to TR 1:2008 of the Federation of German Windpower and DIN 45681:2005)  $\Delta L_{A,w} < 2$  dB (applies to close range acc. to IEC 61400-11:2012).

The impulse noise KIN across the entire power range is 0 dB (applies to close range acc. to TR 1:2008 and DIN 45645-1:1996).

Due to uncertainty in acoustic measurements ( $\sigma_m$ ) and serial product variation ( $\sigma_p$ ), the sound power level values indicated in this document are subject to an uncertainty of  $\sigma_m = 0.5$  dB(A) and  $\sigma_p = 1.2$  dB(A). Standards are TR 1:2008 and IEC 61400-11:2012. If, during measurement, the difference between total noise and extraneous noise is less than 6 dB(A), a greater uncertainty should be assumed.

This data sheet does not constitute a project-specific and/or site-specific warranty of compliance with sound power levels.

### 3.1 Octave band level

The specified octave band levels of the loudest condition of the tower have been simulated from the one-third octave band level values defined in the frequency bands of DIN EN ISO 266:1997. An octave band level  $L_o$  is calculated from 3 one-third octave band levels  $L_{T1}$ ,  $L_{T2}$  and  $L_{T3}$  according to the following formula:

$$L_o = 10 \times \log \left( 10^{\frac{L_{T1}}{10}} + 10^{\frac{L_{T2}}{10}} + 10^{\frac{L_{T3}}{10}} \right)$$

The individual octave band level values cannot be guaranteed. Only the cumulative level of all octave band levels for each wind speed, which corresponds to the sound power level at that particular wind speed, is a guaranteed quantity.

Wind speed v in m/s	Power P in kW	cp value	ct value
15.00	2989	0.14	0.20
15.50	2990	0.13	0.18
16.00	2990	0.11	0.16
16.50	2990	0.10	0.15
17.00	2990	0.10	0.13
17.50	2990	0.09	0.12
18.00	2990	0.08	0.11
18.50	2990	0.07	0.10
19.00	2990	0.07	0.10
19.50	2990	0.06	0.09
20.00	2990	0.06	0.08
20.50	2990	0.05	0.08
21.00	2990	0.05	0.07
21.50	2990	0.05	0.07
22.00	2990	0.04	0.06
22.50	2990	0.04	0.06
23.00	2990	0.04	0.06
23.50	2988	0.04	0.05
24.00	2981	0.03	0.05
24.50	2968	0.03	0.05
25.00	2946	0.03	0.04
25.50	2911	0.03	0.04
26.00	2862	0.03	0.04
26.50	2794	0.02	0.04
27.00	2709	0.02	0.03
27.50	2609	0.02	0.03
28.00	2387	0.02	0.03
28.50	2200	0.02	0.03
29.00	2021	0.01	0.02
29.50	1831	0.01	0.02
30.00	1662	0.01	0.02
30.50	1478	0.01	0.02
31.00	1291	0.01	0.01
31.50	1107	0.01	0.01
32.00	986	0.01	0.01

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32,50	830	0,00	0,01
33,00	683	0,00	0,01
33,50	550	0,00	0,01
34,00	480	0,00	0,01

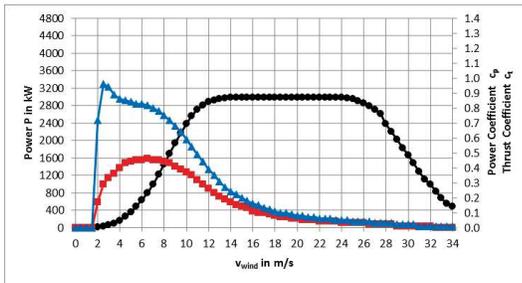


Fig. 1: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 102.0 dB

Legend	Description
◆	Power P in kW
▲	$c_t$ value
■	$c_p$ value

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4
10.5 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4
11 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4
11.5 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4
12 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4
95 % $P_n$	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4

Tab. 7: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90.1
5.5 m/s	92.1
6 m/s	94.0
6.5 m/s	95.8
7 m/s	97.4
7.5 m/s	98.9
8 m/s	99.4
8.5 m/s	99.6
9 m/s	99.8
9.5 m/s	99.9
10 m/s	100.0
10.5 m/s	100.3
11 m/s	100.6
11.5 m/s	101.4
12 m/s	101.4
12.5 m/s	101.4
13 m/s	101.4
13.5 m/s	101.4
14 m/s	101.4
14.5 m/s	101.4
15 m/s	101.4

## 4.2 Calculated sound power levels – operating mode 102.0 dB

In operating mode 102.0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 101.4 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 5: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2990	kW
Nominal wind speed	14,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6.0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6.0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6.0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4.4	rpm
Speed setpoint	11,3	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 6: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	84.7	85.0	-	86.7	87.1
3.5 m/s	-	89.7	89.9	-	91.0	91.2
4 m/s	-	92.6	92.7	-	93.8	94.1
4.5 m/s	-	95.2	95.4	-	96.5	96.7
5 m/s	-	97.5	97.7	-	98.8	98.9
5.5 m/s	-	99.1	99.2	-	99.5	99.5
6 m/s	-	99.6	99.6	-	99.8	99.8
6.5 m/s	-	99.8	99.9	-	99.9	100.0
7 m/s	-	100.0	100.0	-	100.3	100.4
7.5 m/s	-	100.3	100.4	-	100.9	101.1
8 m/s	-	101.0	101.2	-	101.4	101.4
8.5 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4
9 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4
9.5 m/s	-	101.4	101.4	-	101.4	101.4

## 4.3 Octave band levels of the loudest condition

### 4.3.1 Octave band level at HH

Tab. 8: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_h$  at hub height

$v_h$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11.5	72.4	83.6	89.1	92.2	94.4	95.5	95.6	90.5	74.5

### 4.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 9: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 4.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 10: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8.5	71.9	83.1	88.6	91.6	93.9	95.3	95.9	91.9	78.8

### 4.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 11: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8.5	72.0	83.1	88.7	91.6	93.9	95.3	96.0	91.9	78.6

### 4.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 12: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 13: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz									
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
8	72.4	83.5	89.1	92.0	94.2	95.4	95.8	90.9	74.9	

4.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 14: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz									
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
8	72.5	83.6	89.2	92.0	94.2	95.4	95.8	90.6	74.0	

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15.00	2987	0.14	0.20
15.50	2989	0.13	0.18
16.00	2990	0.11	0.16
16.50	2990	0.10	0.15
17.00	2990	0.10	0.13
17.50	2990	0.09	0.12
18.00	2990	0.08	0.11
18.50	2990	0.07	0.10
19.00	2990	0.07	0.10
19.50	2990	0.06	0.09
20.00	2990	0.06	0.08
20.50	2990	0.05	0.08
21.00	2990	0.05	0.07
21.50	2990	0.05	0.07
22.00	2990	0.04	0.06
22.50	2990	0.04	0.06
23.00	2990	0.04	0.06
23.50	2988	0.04	0.05
24.00	2981	0.03	0.05
24.50	2967	0.03	0.05
25.00	2944	0.03	0.04
25.50	2909	0.03	0.04
26.00	2857	0.03	0.04
26.50	2787	0.02	0.04
27.00	2698	0.02	0.03
27.50	2595	0.02	0.03
28.00	2364	0.02	0.03
28.50	2167	0.02	0.03
29.00	1982	0.01	0.02
29.50	1788	0.01	0.02
30.00	1613	0.01	0.02
30.50	1427	0.01	0.02
31.00	1241	0.01	0.01
31.50	1060	0.01	0.01
32.00	938	0.00	0.01

5 Operating mode 101.0 dB

5.1 Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values – operating mode 101.0 dB

Tab. 15: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 101.0 dB

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	9	0.18	0.71
2.50	29	0.29	0.96
3.00	57	0.33	0.94
3.50	100	0.36	0.89
4.00	163	0.40	0.86
4.50	248	0.43	0.85
5.00	351	0.44	0.84
5.50	477	0.45	0.83
6.00	626	0.45	0.82
6.50	798	0.45	0.81
7.00	989	0.45	0.79
7.50	1197	0.44	0.76
8.00	1416	0.43	0.73
8.50	1641	0.42	0.69
9.00	1865	0.40	0.65
9.50	2082	0.38	0.60
10.00	2285	0.36	0.56
10.50	2466	0.33	0.51
11.00	2619	0.31	0.47
11.50	2740	0.28	0.42
12.00	2830	0.26	0.38
12.50	2893	0.23	0.34
13.00	2934	0.21	0.31
13.50	2960	0.19	0.27
14.00	2975	0.17	0.24
14.50	2983	0.15	0.22

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32.50	786	0.00	0.01
33.00	645	0.00	0.01
33.50	517	0.00	0.01
34.00	448	0.00	0.00

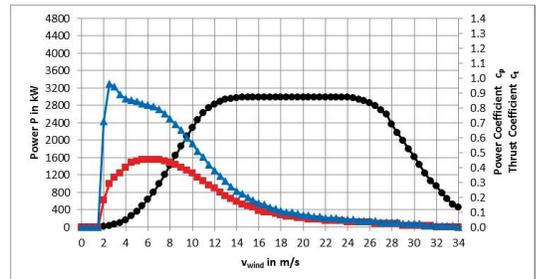


Fig. 2: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 101.0 dB



## 5.2 Calculated sound power levels – operating mode 101,0 dB

In operating mode 101,0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 100,4 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 16: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2990	kW
Nominal wind speed	15,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	10,8	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 17: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	84,7	85,0	-	86,7	87,1
3,5 m/s	-	89,7	89,9	-	91,0	91,2
4 m/s	-	92,6	92,7	-	93,8	94,1
4,5 m/s	-	95,2	95,4	-	96,5	96,7
5 m/s	-	97,5	97,6	-	98,1	98,2
5,5 m/s	-	98,3	98,3	-	98,4	98,4
6 m/s	-	98,5	98,5	-	98,6	98,6
6,5 m/s	-	98,7	98,7	-	98,8	98,9
7 m/s	-	98,9	98,9	-	99,1	99,1
7,5 m/s	-	99,1	99,2	-	99,5	99,5
8 m/s	-	99,5	99,5	-	100,3	100,4
8,5 m/s	-	100,3	100,4	-	100,4	100,4
9 m/s	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4
9,5 m/s	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4

## 5.3 Octave band levels of the loudest condition

### 5.3.1 Octave band level at HH

Tab. 19: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_H$  at hub height

$v_H$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12	71,7	82,8	88,3	91,3	93,4	94,4	94,6	89,5	73,5

### 5.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 20: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 5.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 21: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	71,2	82,2	87,7	90,6	92,8	94,2	95,0	91,1	77,9

### 5.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 22: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,3	82,4	87,9	91,0	93,2	94,3	94,7	90,5	77,1

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4
10,5 m/s	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4
11 m/s	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4
11,5 m/s	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4
12 m/s	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4
95 % $P_n$	-	100,4	100,4	-	100,4	100,4

Tab. 18: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_H$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	94,0
6,5 m/s	95,8
7 m/s	97,4
7,5 m/s	98,2
8 m/s	98,4
8,5 m/s	98,5
9 m/s	98,6
9,5 m/s	98,8
10 m/s	98,9
10,5 m/s	99,1
11 m/s	99,4
11,5 m/s	99,6
12 m/s	100,4
12,5 m/s	100,4
13 m/s	100,4
13,5 m/s	100,4
14 m/s	100,4
14,5 m/s	100,4
15 m/s	100,4

### 5.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 23: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 5.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 24: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	71,6	82,7	88,2	91,0	93,1	94,3	94,8	90,0	74,0

### 5.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 25: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8	71,8	82,9	88,4	91,4	93,5	94,4	94,5	89,2	72,5

## 6 Operating mode 100.0 dB

### 6.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode 100.0 dB

Tab. 26: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 100.0 dB

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	248	0,43	0,85
5,00	351	0,44	0,84
5,50	477	0,45	0,83
6,00	623	0,45	0,81
6,50	789	0,45	0,79
7,00	969	0,44	0,75
7,50	1159	0,43	0,71
8,00	1355	0,41	0,67
8,50	1551	0,39	0,63
9,00	1748	0,37	0,58
9,50	1942	0,35	0,54
10,00	2130	0,33	0,50
10,50	2309	0,31	0,47
11,00	2471	0,29	0,43
11,50	2612	0,27	0,40
12,00	2727	0,25	0,36
12,50	2815	0,23	0,33
13,00	2880	0,20	0,30
13,50	2923	0,19	0,27
14,00	2952	0,17	0,24
14,50	2969	0,15	0,22

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,00	2980	0,14	0,20
15,50	2985	0,13	0,18
16,00	2988	0,11	0,16
16,50	2989	0,10	0,15
17,00	2990	0,10	0,13
17,50	2990	0,09	0,12
18,00	2990	0,08	0,11
18,50	2990	0,07	0,10
19,00	2990	0,07	0,10
19,50	2990	0,06	0,09
20,00	2990	0,06	0,08
20,50	2990	0,05	0,08
21,00	2990	0,05	0,07
21,50	2990	0,05	0,07
22,00	2990	0,04	0,06
22,50	2990	0,04	0,06
23,00	2990	0,04	0,06
23,50	2989	0,04	0,05
24,00	2985	0,03	0,05
24,50	2973	0,03	0,05
25,00	2954	0,03	0,04
25,50	2923	0,03	0,04
26,00	2878	0,03	0,04
26,50	2814	0,02	0,04
27,00	2731	0,02	0,03
27,50	2635	0,02	0,03
28,00	2420	0,02	0,03
28,50	2223	0,02	0,03
29,00	2033	0,01	0,02
29,50	1834	0,01	0,02
30,00	1651	0,01	0,02
30,50	1456	0,01	0,02
31,00	1264	0,01	0,01
31,50	1078	0,01	0,01
32,00	948	0,01	0,01

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32,50	793	0,00	0,01
33,00	649	0,00	0,01
33,50	521	0,00	0,01
34,00	447	0,00	0,00

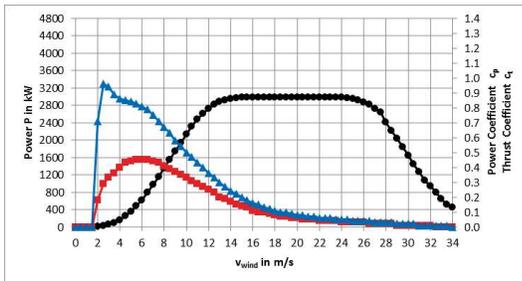


Fig. 3: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 100.0 dB

Symbol	Description
Black line with diamond markers	Power P in kW
Blue line with triangle markers	$c_p$ value
Red line with square markers	$c_t$ value

### 6.2 Calculated sound power levels – operating mode 100.0 dB

In operating mode 100.0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 99,7 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 27: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2990	kW
Nominal wind speed	16,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	-	rpm
Speed setpoint	10,4	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 28: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	84,7	85,0	-	86,7	-
3,5 m/s	-	89,7	89,9	-	91,0	-
4 m/s	-	92,6	92,7	-	93,8	-
4,5 m/s	-	95,2	95,4	-	96,2	-
5 m/s	-	96,8	96,8	-	96,9	-
5,5 m/s	-	97,0	97,0	-	97,1	-
6 m/s	-	97,2	97,2	-	97,3	-
6,5 m/s	-	97,3	97,3	-	97,5	-
7 m/s	-	97,6	97,6	-	98,0	-
7,5 m/s	-	98,0	98,1	-	98,3	-
8 m/s	-	98,3	98,4	-	98,7	-
8,5 m/s	-	98,7	98,8	-	99,7	-
9 m/s	-	99,7	99,7	-	99,7	-
9,5 m/s	-	99,7	99,7	-	99,7	-

Wind speed ( $v_w$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	99.7	99.7	-	99.7	-
10.5 m/s	-	99.7	99.7	-	99.7	-
11 m/s	-	99.7	99.7	-	99.7	-
11.5 m/s	-	99.7	99.7	-	99.7	-
12 m/s	-	99.7	99.7	-	99.7	-
95 % $P_n$	-	99.7	99.7	-	99.7	-

Tab. 29: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90.1
5.5 m/s	92.1
6 m/s	94.0
6.5 m/s	95.8
7 m/s	96.8
7.5 m/s	96.9
8 m/s	97.1
8.5 m/s	97.2
9 m/s	97.3
9.5 m/s	97.4
10 m/s	97.7
10.5 m/s	98.0
11 m/s	98.2
11.5 m/s	98.5
12 m/s	98.7
12.5 m/s	99.7
13 m/s	99.7
13.5 m/s	99.7
14 m/s	99.7
14.5 m/s	99.7
15 m/s	99.7

6.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 34: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 35: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8.5	71.2	82.2	87.6	90.6	92.6	93.7	93.9	88.9	72.9

6.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 36: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.3 Octave band levels of the loudest condition

6.3.1 Octave band level at HH

Tab. 30: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_w$  at hub height

$v_w$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
12.5	71.2	82.2	87.7	90.7	92.7	93.7	93.8	88.8	72.8

6.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 31: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

6.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 32: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	70.8	81.8	87.2	90.2	92.4	93.5	94.1	90.0	76.9

6.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 33: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	70.8	81.8	87.3	90.2	92.3	93.5	94.1	90.0	76.6

7 Operating mode 99.0 dB

7.1 Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values – operating mode 99.0 dB

Tab. 37: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 99.0 dB

Wind speed $v$ in m/s	Power $P$ in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	9	0.18	0.71
2.50	29	0.29	0.96
3.00	57	0.33	0.94
3.50	100	0.36	0.89
4.00	163	0.40	0.86
4.50	248	0.43	0.85
5.00	351	0.44	0.84
5.50	474	0.45	0.82
6.00	617	0.45	0.80
6.50	775	0.44	0.78
7.00	944	0.43	0.74
7.50	1120	0.41	0.70
8.00	1297	0.40	0.65
8.50	1474	0.37	0.60
9.00	1647	0.35	0.56
9.50	1817	0.33	0.51
10.00	1983	0.31	0.47
10.50	2145	0.29	0.44
11.00	2299	0.27	0.40
11.50	2444	0.25	0.37
12.00	2574	0.23	0.34
12.50	2685	0.21	0.32
13.00	2776	0.20	0.29
13.50	2847	0.18	0.26
14.00	2898	0.17	0.24
14.50	2933	0.15	0.22

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
15,00	2957	0,14	0,20
15,50	2971	0,12	0,18
16,00	2980	0,11	0,16
16,50	2985	0,10	0,15
17,00	2988	0,10	0,14
17,50	2989	0,09	0,12
18,00	2990	0,08	0,11
18,50	2990	0,07	0,11
19,00	2990	0,07	0,10
19,50	2990	0,06	0,09
20,00	2990	0,06	0,08
20,50	2990	0,05	0,08
21,00	2990	0,05	0,07
21,50	2990	0,05	0,07
22,00	2990	0,04	0,06
22,50	2990	0,04	0,06
23,00	2990	0,04	0,06
23,50	2989	0,04	0,05
24,00	2984	0,03	0,05
24,50	2972	0,03	0,05
25,00	2951	0,03	0,04
25,50	2918	0,03	0,04
26,00	2870	0,03	0,04
26,50	2803	0,02	0,04
27,00	2715	0,02	0,03
27,50	2615	0,02	0,03
28,00	2387	0,02	0,03
28,50	2183	0,02	0,03
29,00	1988	0,01	0,02
29,50	1785	0,01	0,02
30,00	1597	0,01	0,02
30,50	1403	0,01	0,02
31,00	1212	0,01	0,01
31,50	1030	0,01	0,01
32,00	899	0,00	0,01

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
32,50	749	0,00	0,01
33,00	611	0,00	0,01
33,50	489	0,00	0,01
34,00	416	0,00	0,00

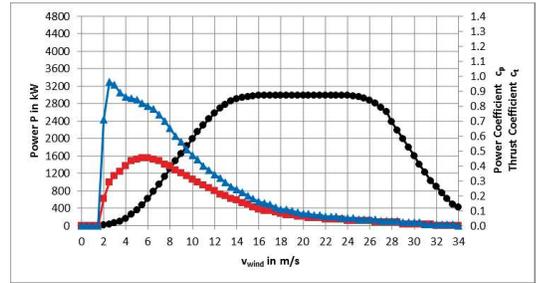


Fig. 4: Power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 99.0 dB

◆ Power P in kW  
▲ c<sub>p</sub> value  
■ c<sub>t</sub> value

## 7.2 Calculated sound power levels – operating mode 99.0 dB

In operating mode 99.0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 98.7 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 38: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P <sub>n</sub> )	2990	kW
Nominal wind speed	17,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	-	rpm
Speed setpoint	10,0	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 39: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)				
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	84,7	85,0	-	86,7
3,5 m/s	-	89,7	89,9	-	91,0
4 m/s	-	92,6	92,7	-	93,8
4,5 m/s	-	95,2	95,4	-	95,9
5 m/s	-	96,0	96,0	-	96,1
5,5 m/s	-	96,1	96,1	-	96,1
6 m/s	-	96,2	96,2	-	96,3
6,5 m/s	-	96,3	96,4	-	96,6
7 m/s	-	96,7	96,8	-	97,1
7,5 m/s	-	97,1	97,1	-	97,3
8 m/s	-	97,4	97,4	-	97,6
8,5 m/s	-	97,6	97,6	-	97,9
9 m/s	-	97,9	97,9	-	98,6
9,5 m/s	-	98,5	98,7	-	98,7

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	98,7	98,7	-	98,7	-
10,5 m/s	-	98,7	98,7	-	98,7	-
11 m/s	-	98,7	98,7	-	98,7	-
11,5 m/s	-	98,7	98,7	-	98,7	-
12 m/s	-	98,7	98,7	-	98,7	-
95 % P <sub>n</sub>	-	98,7	98,7	-	98,7	-

Tab. 40: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>h</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	94,0
6,5 m/s	95,8
7 m/s	96,0
7,5 m/s	96,1
8 m/s	96,1
8,5 m/s	96,2
9 m/s	96,3
9,5 m/s	96,5
10 m/s	96,8
10,5 m/s	97,1
11 m/s	97,2
11,5 m/s	97,5
12 m/s	97,6
12,5 m/s	97,8
13 m/s	98,0
13,5 m/s	98,7
14 m/s	98,7
14,5 m/s	98,7
15 m/s	98,7

7.3 Octave band levels of the loudest condition

7.3.1 Octave band level at HH

Tab. 41: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_{Hh}$  at hub height

$v_{Hh}$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
13,5	70,5	81,4	86,8	89,6	91,6	92,6	92,9	88,0	72,0

7.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 42: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

7.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 43: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	69,9	80,8	86,2	89,0	91,0	92,4	93,3	89,5	76,1

7.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 44: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9,5	70,1	81,0	86,4	89,3	91,3	92,4	93,0	89,0	75,5

8 Operating mode 98.0 dB

8.1 Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values – operating mode 98.0 dB

Tab. 48: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 98.0 dB

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	248	0,42	0,85
5,00	350	0,44	0,83
5,50	472	0,44	0,81
6,00	611	0,44	0,79
6,50	762	0,43	0,75
7,00	921	0,42	0,71
7,50	1082	0,40	0,66
8,00	1241	0,38	0,61
8,50	1398	0,36	0,56
9,00	1552	0,33	0,52
9,50	1702	0,31	0,47
10,00	1850	0,29	0,44
10,50	1996	0,27	0,40
11,00	2139	0,25	0,37
11,50	2278	0,23	0,35
12,00	2409	0,22	0,32
12,50	2529	0,20	0,30
13,00	2634	0,19	0,27
13,50	2721	0,17	0,25
14,00	2790	0,16	0,23
14,50	2841	0,15	0,21

7.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 45: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

7.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 46: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9,5	70,3	81,2	86,6	89,4	91,3	92,6	93,2	88,4	72,2

7.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 47: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,00	2877	0,13	0,19
15,50	2902	0,12	0,18
16,00	2918	0,11	0,16
16,50	2928	0,10	0,15
17,00	2934	0,09	0,13
17,50	2937	0,09	0,12
18,00	2939	0,08	0,11
18,50	2940	0,07	0,10
19,00	2940	0,07	0,10
19,50	2940	0,06	0,09
20,00	2940	0,06	0,08
20,50	2940	0,05	0,08
21,00	2940	0,05	0,07
21,50	2940	0,05	0,07
22,00	2940	0,04	0,06
22,50	2940	0,04	0,06
23,00	2940	0,04	0,06
23,50	2940	0,04	0,05
24,00	2936	0,03	0,05
24,50	2927	0,03	0,05
25,00	2909	0,03	0,04
25,50	2881	0,03	0,04
26,00	2839	0,03	0,04
26,50	2779	0,02	0,04
27,00	2699	0,02	0,03
27,50	2607	0,02	0,03
28,00	2399	0,02	0,03
28,50	2203	0,02	0,03
29,00	2010	0,01	0,02
29,50	1808	0,01	0,02
30,00	1618	0,01	0,02
30,50	1421	0,01	0,02
31,00	1228	0,01	0,01
31,50	1044	0,01	0,01
32,00	908	0,00	0,01

Wind speed $v$ in m/s	Power $P$ in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32.50	757	0,00	0,01
33,00	617	0,00	0,01
33,50	494	0,00	0,01
34,00	418	0,00	0,00

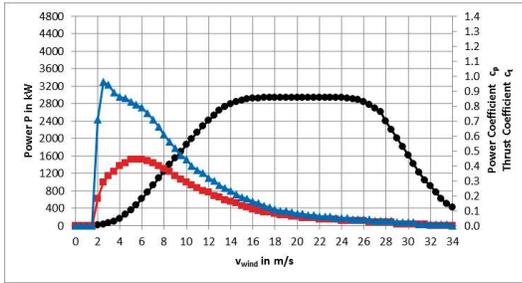


Fig. 5: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 98.0 dB

Legend	Description
◆◆◆	Power $P$ in kW
▲▲▲	$c_t$ value
■ ■ ■	$c_p$ value

Wind speed ( $v_h$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	98,0	98,0	98,0	98,0	-
10,5 m/s	-	98,0	98,0	98,0	98,0	-
11 m/s	-	98,0	98,0	98,0	98,0	-
11,5 m/s	-	98,0	98,0	98,0	98,0	-
12 m/s	-	98,0	98,0	98,0	98,0	-
95 % $P_n$	-	98,0	98,0	98,0	98,0	-

Tab. 51: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	94,0
6,5 m/s	94,8
7 m/s	94,8
7,5 m/s	94,9
8 m/s	94,9
8,5 m/s	95,0
9 m/s	95,3
9,5 m/s	95,6
10 m/s	95,7
10,5 m/s	96,0
11 m/s	96,1
11,5 m/s	96,4
12 m/s	96,5
12,5 m/s	96,8
13 m/s	96,9
13,5 m/s	97,1
14 m/s	98,0
14,5 m/s	98,0
15 m/s	98,0

## 8.2 Calculated sound power levels – operating mode 98.0 dB

In operating mode 98.0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 98.0 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 49: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2940	kW
Nominal wind speed	17,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	-	rpm
Speed setpoint	9,6	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 50: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	84,7	84,9	86,2	86,7	-
3,5 m/s	-	89,6	89,9	90,7	91,0	-
4 m/s	-	92,6	92,7	93,6	93,8	-
4,5 m/s	-	94,5	94,6	94,8	94,8	-
5 m/s	-	94,8	94,8	94,9	94,9	-
5,5 m/s	-	94,9	94,9	94,9	94,9	-
6 m/s	-	95,0	95,0	95,2	95,3	-
6,5 m/s	-	95,4	95,4	95,6	95,6	-
7 m/s	-	95,7	95,7	95,9	96,0	-
7,5 m/s	-	96,0	96,0	96,1	96,2	-
8 m/s	-	96,2	96,3	96,5	96,5	-
8,5 m/s	-	96,5	96,5	96,8	96,8	-
9 m/s	-	96,8	96,9	97,0	97,1	-
9,5 m/s	-	97,1	97,1	98,0	98,0	-

## 8.3 Octave band levels of the loudest condition

### 8.3.1 Octave band level at HH

Tab. 52: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_h$  at hub height

$v_h$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
14	70,0	80,8	86,1	88,9	90,8	91,9	92,3	87,4	71,3

### 8.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 53: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 8.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 54: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	69,5	80,3	85,7	88,5	90,5	91,7	92,5	88,6	75,3

### 8.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 55: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	69,5	80,4	85,7	88,5	90,5	91,7	92,5	88,5	74,9

8.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 56: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
9,5	69,8	80,7	86,0	88,8	90,7	91,8	92,3	87,7	72,3	

8.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 57: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
9,5	69,9	80,8	86,1	88,8	90,7	91,8	92,3	87,5	71,4	

8.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 58: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz									
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15.00	2768	0.13	0.19
15.50	2817	0.12	0.17
16.00	2852	0.11	0.16
16.50	2877	0.10	0.14
17.00	2894	0.09	0.13
17.50	2905	0.09	0.12
18.00	2912	0.08	0.11
18.50	2916	0.07	0.10
19.00	2918	0.07	0.10
19.50	2919	0.06	0.09
20.00	2920	0.06	0.08
20.50	2920	0.05	0.08
21.00	2920	0.05	0.07
21.50	2920	0.05	0.07
22.00	2920	0.04	0.06
22.50	2920	0.04	0.06
23.00	2920	0.04	0.06
23.50	2920	0.04	0.05
24.00	2917	0.03	0.05
24.50	2909	0.03	0.05
25.00	2894	0.03	0.04
25.50	2867	0.03	0.04
26.00	2828	0.03	0.04
26.50	2771	0.02	0.04
27.00	2695	0.02	0.03
27.50	2607	0.02	0.03
28.00	2408	0.02	0.03
28.50	2214	0.02	0.03
29.00	2021	0.01	0.02
29.50	1817	0.01	0.02
30.00	1624	0.01	0.02
30.50	1424	0.01	0.02
31.00	1229	0.01	0.01
31.50	1043	0.01	0.01
32.00	903	0.00	0.01

9 Operating mode 97.0 dB

9.1 Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values – operating mode 97.0 dB

Tab. 59: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 97.0 dB

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	248	0,42	0,85
5,00	349	0,44	0,83
5,50	469	0,44	0,80
6,00	603	0,44	0,77
6,50	746	0,42	0,73
7,00	893	0,41	0,68
7,50	1040	0,38	0,62
8,00	1182	0,36	0,57
8,50	1321	0,34	0,52
9,00	1455	0,31	0,48
9,50	1586	0,29	0,44
10,00	1713	0,27	0,40
10,50	1839	0,25	0,37
11,00	1963	0,23	0,34
11,50	2086	0,21	0,31
12,00	2206	0,20	0,29
12,50	2324	0,19	0,27
13,00	2435	0,17	0,25
13,50	2538	0,16	0,23
14,00	2629	0,15	0,22
14,50	2706	0,14	0,20

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32.50	751	0.00	0.01
33.00	613	0.00	0.01
33.50	490	0.00	0.01
34.00	411	0.00	0.00

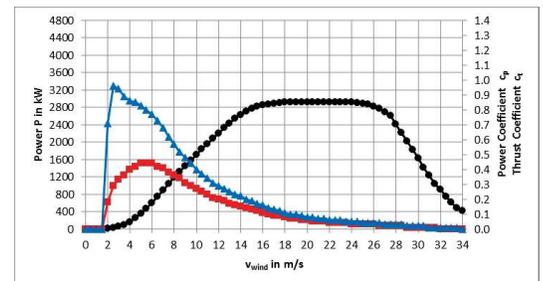


Fig. 6: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 97.0 dB

Legend	Description
◆	Power P in kW
▲	$c_p$ value
■	$c_t$ value

## 9.2 Calculated sound power levels – operating mode 97.0 dB

In operating mode 97.0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 97.0 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 60: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2920	kW
Nominal wind speed	19,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	-	rpm
Speed setpoint	9,2	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 61: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	-	-	86,2	86,7	-
3,5 m/s	-	-	-	90,7	91,0	-
4 m/s	-	-	-	93,3	93,5	-
4,5 m/s	-	-	-	93,7	93,7	-
5 m/s	-	-	-	93,9	93,9	-
5,5 m/s	-	-	-	94,0	94,1	-
6 m/s	-	-	-	94,3	94,4	-
6,5 m/s	-	-	-	94,4	94,5	-
7 m/s	-	-	-	94,9	95,0	-
7,5 m/s	-	-	-	95,1	95,2	-
8 m/s	-	-	-	95,4	95,4	-
8,5 m/s	-	-	-	95,7	95,7	-
9 m/s	-	-	-	95,8	95,9	-
9,5 m/s	-	-	-	96,0	96,0	-

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	-	-	96,5	96,8	-
10,5 m/s	-	-	-	97,0	97,0	-
11 m/s	-	-	-	97,0	97,0	-
11,5 m/s	-	-	-	97,0	97,0	-
12 m/s	-	-	-	97,0	97,0	-
95 % $P_n$	-	-	-	97,0	97,0	-

Tab. 62: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	93,6
6,5 m/s	93,7
7 m/s	93,8
7,5 m/s	93,9
8 m/s	94,0
8,5 m/s	94,2
9 m/s	94,4
9,5 m/s	94,4
10 m/s	94,7
10,5 m/s	95,0
11 m/s	95,1
11,5 m/s	95,3
12 m/s	95,4
12,5 m/s	95,7
13 m/s	95,7
13,5 m/s	95,9
14 m/s	96,0
14,5 m/s	96,1
15 m/s	97,0

## 9.3 Octave band levels of the loudest condition

### 9.3.1 Octave band level at HH

Tab. 63: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_h$  at hub height

$v_h$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
15	69,2	79,9	85,1	87,8	89,7	90,8	91,4	86,6	70,3

### 9.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 64: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 9.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 65: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 9.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 66: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 9.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 67: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10,5	68,9	79,7	84,9	87,5	89,4	90,7	91,6	87,1	71,5

### 9.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 68: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10,5	69,1	79,8	85,0	87,5	89,4	90,7	91,7	87,0	70,5

### 9.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 69: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 10 Operating mode 96.0 dB

### 10.1 Calculated power, $c_p$ and $c_t$ values – operating mode 96.0 dB

Tab. 70: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 96.0 dB

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	247	0,42	0,84
5,00	345	0,43	0,82
5,50	457	0,43	0,78
6,00	579	0,42	0,74
6,50	706	0,40	0,69
7,00	833	0,38	0,64
7,50	958	0,35	0,58
8,00	1080	0,33	0,53
8,50	1198	0,30	0,48
9,00	1313	0,28	0,44
9,50	1426	0,26	0,40
10,00	1536	0,24	0,36
10,50	1646	0,22	0,33
11,00	1755	0,21	0,31
11,50	1863	0,19	0,28
12,00	1971	0,18	0,26
12,50	2078	0,17	0,24
13,00	2184	0,16	0,23
13,50	2287	0,15	0,21
14,00	2384	0,14	0,20
14,50	2473	0,13	0,19

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32,50	738	0,00	0,01
33,00	602	0,00	0,01
33,50	483	0,00	0,01
34,00	403	0,00	0,00

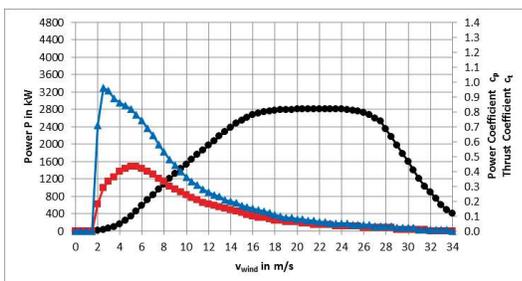


Fig. 7: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 96.0 dB

◆◆◆	Power P in kW
▲▲▲	$c_p$ value
■ ■ ■	$c_t$ value

Wind speed v in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15,00	2552	0,12	0,17
15,50	2617	0,11	0,16
16,00	2670	0,10	0,15
16,50	2711	0,09	0,14
17,00	2741	0,09	0,13
17,50	2762	0,08	0,12
18,00	2777	0,07	0,11
18,50	2786	0,07	0,10
19,00	2792	0,06	0,09
19,50	2796	0,06	0,09
20,00	2798	0,06	0,08
20,50	2799	0,05	0,08
21,00	2800	0,05	0,07
21,50	2800	0,04	0,07
22,00	2800	0,04	0,06
22,50	2800	0,04	0,06
23,00	2800	0,04	0,05
23,50	2800	0,03	0,05
24,00	2798	0,03	0,05
24,50	2792	0,03	0,05
25,00	2778	0,03	0,04
25,50	2756	0,03	0,04
26,00	2721	0,02	0,04
26,50	2670	0,02	0,04
27,00	2601	0,02	0,03
27,50	2521	0,02	0,03
28,00	2343	0,02	0,03
28,50	2163	0,02	0,03
29,00	1979	0,01	0,02
29,50	1783	0,01	0,02
30,00	1594	0,01	0,02
30,50	1400	0,01	0,02
31,00	1209	0,01	0,01
31,50	1027	0,01	0,01
32,00	887	0,00	0,01

### 10.2 Calculated sound power levels – operating mode 96.0 dB

In operating mode 96,0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 96,0 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 71: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	2800	kW
Nominal wind speed	20,0	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	-	rpm
Speed setpoint	8,8	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 72: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	-	-	86,2	86,7	-
3,5 m/s	-	-	-	90,7	91,0	-
4 m/s	-	-	-	92,4	92,5	-
4,5 m/s	-	-	-	92,6	92,6	-
5 m/s	-	-	-	92,7	92,7	-
5,5 m/s	-	-	-	92,8	92,8	-
6 m/s	-	-	-	93,0	93,0	-
6,5 m/s	-	-	-	93,3	93,4	-
7 m/s	-	-	-	93,7	93,8	-
7,5 m/s	-	-	-	93,9	94,0	-
8 m/s	-	-	-	94,3	94,3	-
8,5 m/s	-	-	-	94,5	94,5	-
9 m/s	-	-	-	94,6	94,7	-
9,5 m/s	-	-	-	94,8	94,8	-

Wind speed (v <sub>w</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	-	-	94,9	94,9	-
10,5 m/s	-	-	-	95,1	95,4	-
11 m/s	-	-	-	96,0	96,0	-
11,5 m/s	-	-	-	96,0	96,0	-
12 m/s	-	-	-	96,0	96,0	-
95 % P <sub>n</sub>	-	-	-	96,0	96,0	-

Tab. 73: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>h</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	92,5
6,5 m/s	92,6
7 m/s	92,6
7,5 m/s	92,7
8 m/s	92,8
8,5 m/s	92,9
9 m/s	93,0
9,5 m/s	93,3
10 m/s	93,6
10,5 m/s	93,8
11 m/s	93,9
11,5 m/s	94,2
12 m/s	94,3
12,5 m/s	94,5
13 m/s	94,6
13,5 m/s	94,7
14 m/s	94,8
14,5 m/s	94,9
15 m/s	94,9
15,5 m/s	95,1
16 m/s	96,0

10.3,5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 78: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11	68,1	78,8	84,0	86,4	88,3	89,7	90,8	86,2	70,5

10.3,6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 79: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
11	68,2	78,8	84,0	86,4	88,2	89,7	90,8	86,0	69,4

10.3,7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 80: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

10.3 Octave band levels of the loudest condition

10.3.1 Octave band level at HH

Tab. 74: Octave band level in dB(A), based on wind speed v<sub>w</sub> at hub height

v <sub>w</sub> in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
16	68,2	78,9	84,1	86,6	88,4	89,7	90,6	85,9	69,3

10.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 75: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

10.3,3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 76: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

10.3,4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 77: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

v <sub>s</sub> at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

11 Operating mode 95.0 dB

11.1 Calculated power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> values – operating mode 95.0 dB

Tab. 81: Calculated power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 95.0 dB

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	9	0,18	0,71
2,50	29	0,29	0,96
3,00	57	0,33	0,94
3,50	100	0,36	0,89
4,00	163	0,40	0,86
4,50	246	0,42	0,84
5,00	343	0,43	0,81
5,50	453	0,42	0,77
6,00	570	0,41	0,72
6,50	689	0,39	0,67
7,00	808	0,37	0,61
7,50	922	0,34	0,55
8,00	1033	0,32	0,50
8,50	1139	0,29	0,45
9,00	1243	0,27	0,41
9,50	1344	0,24	0,37
10,00	1443	0,23	0,34
10,50	1540	0,21	0,31
11,00	1637	0,19	0,29
11,50	1733	0,18	0,26
12,00	1828	0,17	0,24
12,50	1919	0,15	0,23
13,00	2004	0,14	0,21
13,50	2080	0,13	0,19
14,00	2146	0,12	0,18
14,50	2200	0,11	0,17

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
15,00	2241	0,10	0,15
15,50	2272	0,10	0,14
16,00	2293	0,09	0,13
16,50	2308	0,08	0,12
17,00	2317	0,07	0,11
17,50	2323	0,07	0,10
18,00	2327	0,06	0,09
18,50	2328	0,06	0,09
19,00	2329	0,05	0,08
19,50	2330	0,05	0,07
20,00	2330	0,05	0,07
20,50	2330	0,04	0,06
21,00	2330	0,04	0,06
21,50	2330	0,04	0,06
22,00	2330	0,03	0,05
22,50	2330	0,03	0,05
23,00	2330	0,03	0,05
23,50	2330	0,03	0,04
24,00	2329	0,03	0,04
24,50	2323	0,03	0,04
25,00	2312	0,02	0,04
25,50	2293	0,02	0,03
26,00	2263	0,02	0,03
26,50	2221	0,02	0,03
27,00	2162	0,02	0,03
27,50	2094	0,02	0,03
28,00	1944	0,01	0,02
28,50	1791	0,01	0,02
29,00	1636	0,01	0,02
29,50	1473	0,01	0,02
30,00	1317	0,01	0,02
30,50	1155	0,01	0,01
31,00	997	0,01	0,01
31,50	846	0,00	0,01
32,00	732	0,00	0,01

Wind speed v in m/s	Power P in kW	c <sub>p</sub> value	c <sub>t</sub> value
32,50	609	0,00	0,01
33,00	496	0,00	0,01
33,50	397	0,00	0,00
34,00	333	0,00	0,00

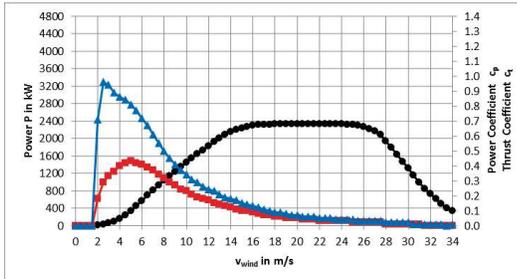


Fig. 8: Power, c<sub>p</sub> and c<sub>t</sub> curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 95.0 dB

◆◆◆	Power P in kW
▲▲▲	c <sub>p</sub> value
■ ■ ■	c <sub>t</sub> value

11.2 Calculated sound power levels – operating mode 95.0 dB

In operating mode 95.0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 95.0 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 82: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power (P <sub>n</sub> )	2330	kW
Nominal wind speed	18,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	-	rpm
Speed setpoint	8,4	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 83: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed v<sub>s</sub> at a height of 10 m

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)				
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01
3 m/s	-	-	-	86,2	86,7
3,5 m/s	-	-	-	90,7	91,0
4 m/s	-	-	-	92,2	92,2
4,5 m/s	-	-	-	92,3	92,3
5 m/s	-	-	-	92,5	92,5
5,5 m/s	-	-	-	92,6	92,6
6 m/s	-	-	-	92,7	92,7
6,5 m/s	-	-	-	92,9	93,0
7 m/s	-	-	-	93,2	93,2
7,5 m/s	-	-	-	93,4	93,4
8 m/s	-	-	-	93,6	93,6
8,5 m/s	-	-	-	93,7	93,7
9 m/s	-	-	-	93,9	94,0
9,5 m/s	-	-	-	94,1	94,4

Wind speed (v <sub>s</sub> ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	-	-	95,0	95,0	-
10,5 m/s	-	-	-	95,0	95,0	-
11 m/s	-	-	-	95,0	95,0	-
11,5 m/s	-	-	-	95,0	95,0	-
12 m/s	-	-	-	95,0	95,0	-
95 % P <sub>n</sub>	-	-	-	95,0	95,0	-

Tab. 84: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height (v <sub>h</sub> )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	92,1
6 m/s	92,2
6,5 m/s	92,3
7 m/s	92,4
7,5 m/s	92,5
8 m/s	92,6
8,5 m/s	92,6
9 m/s	92,7
9,5 m/s	92,9
10 m/s	93,1
10,5 m/s	93,2
11 m/s	93,4
11,5 m/s	93,5
12 m/s	93,6
12,5 m/s	93,7
13 m/s	93,8
13,5 m/s	94,0
14 m/s	94,1
14,5 m/s	95,0
15 m/s	95,0

11.3 Octave band levels of the loudest condition

11.3.1 Octave band level at HH

Tab. 85: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_{Hh}$  at hub height

$v_{Hh}$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
14.5	67,5	78,1	83,3	85,9	87,6	88,7	89,4	84,6	68,1

11.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 86: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

11.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 87: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

11.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 88: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

12 Operating mode 94.0 dB

12.1 Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values – operating mode 94.0 dB

Tab. 92: Calculated power,  $c_p$  and  $c_t$  values for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 94.0 dB

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
0.00	0	0.00	0.00
0.50	0	0.00	0.00
1.00	0	0.00	0.00
1.50	0	0.00	0.00
2.00	9	0.18	0.71
2.50	29	0.29	0.96
3.00	57	0.33	0.94
3.50	100	0.36	0.89
4.00	163	0.40	0.86
4.50	245	0.42	0.83
5.00	340	0.43	0.80
5.50	446	0.42	0.75
6.00	557	0.40	0.70
6.50	668	0.38	0.64
7.00	776	0.35	0.58
7.50	881	0.33	0.52
8.00	981	0.30	0.47
8.50	1079	0.27	0.43
9.00	1173	0.25	0.39
9.50	1265	0.23	0.35
10.00	1354	0.21	0.32
10.50	1438	0.19	0.29
11.00	1514	0.18	0.27
11.50	1580	0.16	0.24
12.00	1634	0.15	0.22
12.50	1676	0.13	0.20
13.00	1707	0.12	0.18
13.50	1728	0.11	0.16
14.00	1741	0.10	0.15
14.50	1750	0.09	0.13

11.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01

Tab. 89: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	67,4	77,9	83,1	85,6	87,5	88,7	89,6	85,0	69,3

11.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01

Tab. 90: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
10	67,4	78,0	83,2	85,7	87,5	88,7	89,6	84,8	68,2

11.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01

Tab. 91: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
15.00	1755	0.08	0.12
15.50	1758	0.07	0.11
16.00	1759	0.07	0.10
16.50	1760	0.06	0.09
17.00	1760	0.06	0.08
17.50	1760	0.05	0.08
18.00	1760	0.05	0.07
18.50	1760	0.04	0.07
19.00	1760	0.04	0.06
19.50	1760	0.04	0.06
20.00	1760	0.03	0.05
20.50	1760	0.03	0.05
21.00	1760	0.03	0.05
21.50	1760	0.03	0.04
22.00	1760	0.03	0.04
22.50	1760	0.02	0.04
23.00	1760	0.02	0.04
23.50	1760	0.02	0.03
24.00	1759	0.02	0.03
24.50	1756	0.02	0.03
25.00	1748	0.02	0.03
25.50	1734	0.02	0.03
26.00	1713	0.02	0.03
26.50	1682	0.01	0.02
27.00	1640	0.01	0.02
27.50	1591	0.01	0.02
28.00	1482	0.01	0.02
28.50	1369	0.01	0.02
29.00	1254	0.01	0.02
29.50	1132	0.01	0.01
30.00	1017	0.01	0.01
30.50	894	0.01	0.01
31.00	774	0.00	0.01
31.50	659	0.00	0.01
32.00	573	0.00	0.01

Wind speed $v$ in m/s	Power P in kW	$c_p$ value	$c_t$ value
32.50	478	0,00	0,01
33,00	391	0,00	0,01
33,50	313	0,00	0,00
34,00	265	0,00	0,00

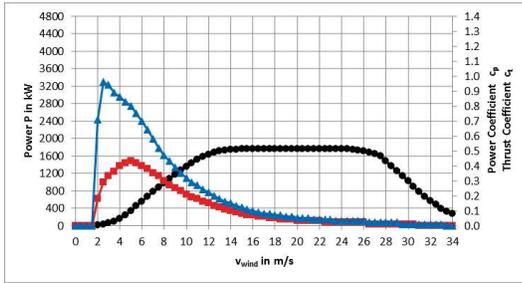


Fig. 9: Power,  $c_p$  and  $c_t$  curves for E-115 EP3 E3 / 2990 kW – operating mode 94.0 dB

Legend	Description
◆	Power P in kW
▲	$c_t$ value
■	$c_p$ value

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
10 m/s	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0
10,5 m/s	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0
11 m/s	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0
11,5 m/s	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0
12 m/s	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0
95 % $P_n$	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0

Tab. 95: Calculated sound power level in dB(A), based on wind speed at hub height

Wind speed at hub height ( $v_h$ )	Sound power level in dB(A)
5 m/s	90,1
5,5 m/s	91,3
6 m/s	91,4
6,5 m/s	91,5
7 m/s	91,6
7,5 m/s	91,7
8 m/s	91,7
8,5 m/s	91,8
9 m/s	91,9
9,5 m/s	92,2
10 m/s	92,4
10,5 m/s	92,5
11 m/s	92,7
11,5 m/s	92,8
12 m/s	92,9
12,5 m/s	93,9
13 m/s	94,0
13,5 m/s	94,0
14 m/s	94,0
14,5 m/s	94,0
15 m/s	94,0

## 12.2 Calculated sound power levels – operating mode 94.0 dB

In operating mode 94.0 dB the wind energy converter operates in a power-optimised mode. The highest expected sound power level is 94.0 dB(A) in the nominal power range. After reaching the nominal power, the sound power level will not increase further.

Tab. 93: Technical specifications

Parameter	Value	Unit
Nominal power ( $P_n$ )	1760	kW
Nominal wind speed	15,5	m/s
Minimum operating speed		
■ E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	-	rpm
■ E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	4,4	rpm
■ E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	6,0	rpm
■ E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01	4,4	rpm
Speed setpoint	8,0	rpm

The following sound power levels apply, taking into account the specified uncertainties in ch. 3, p. 13.

Tab. 94: Calculated sound power level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

Wind speed ( $v_s$ ) at a height of 10 m	Sound power level in dB(A)					
	E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01	E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01	E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01	E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01
3 m/s	-	-	84,9	86,1	86,6	87,0
3,5 m/s	-	-	89,9	90,5	90,6	90,8
4 m/s	-	-	91,3	91,4	91,4	91,4
4,5 m/s	-	-	91,5	91,5	91,5	91,5
5 m/s	-	-	91,6	91,7	91,7	91,7
5,5 m/s	-	-	91,7	91,7	91,8	91,7
6 m/s	-	-	91,8	91,9	91,9	92,0
6,5 m/s	-	-	92,0	92,2	92,3	92,3
7 m/s	-	-	92,4	92,5	92,5	92,5
7,5 m/s	-	-	92,5	92,7	92,8	92,8
8 m/s	-	-	92,8	92,8	92,9	93,1
8,5 m/s	-	-	93,0	93,9	93,9	94,0
9 m/s	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0
9,5 m/s	-	-	94,0	94,0	94,0	94,0

## 12.3 Octave band levels of the loudest condition

### 12.3.1 Octave band level at HH

Tab. 96: Octave band level in dB(A), based on wind speed  $v_h$  at hub height

$v_h$ in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
13	66,6	77,1	82,3	84,8	86,5	87,7	88,5	83,6	67,0

### 12.3.2 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-67-FB-C-01

Tab. 97: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 12.3.3 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-87-FB-C-01

Tab. 98: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 12.3.4 Octave band level E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tab. 99: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	66,2	76,7	81,9	84,5	86,3	87,5	88,5	84,5	70,4

**12.3.5 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-122-FB-C-01**

Tab. 100: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	66,4	76,9	82,1	84,6	86,3	87,6	88,7	84,0	68,1

**12.3.6 Octave band level E-115 EP3 E3-HT-135-ES-C-01**

Tab. 101: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
9	66,5	77,0	82,1	84,6	86,3	87,7	88,7	83,8	67,0

**12.3.7 Octave band level E-115 EP3 E3-HST-149-FB-C-01**

Tab. 102: Octave band level in dB(A), based on standardised wind speed  $v_s$  at a height of 10 m

$v_s$ at a height of 10 m in m/s	Octave band level centre frequency in Hz								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
8,5	66,7	77,2	82,4	84,9	86,6	87,7	88,4	83,2	65,8



**ANNEXE CC. ETUDE DE PRODUCTIBLE**





## Etude du potentiel éolien - Projet éolien à Boussu (BE)

*Rapport final*

Client : WindVision

### Versions

---

NUMÉRO	DATE	AUTEUR	MODIFICATIONS
1.0	25/03/2020	Pierre-Antoine Mali	
2.0	15/12/2020	Loïc Houtart et Pierre-Antoine Mali	Ajout d'un modèle + bridage aéronautique + bridage CS2020
3.0	24/09/2021	Alix Njamkepo	Retrait d'une éolienne + retrait de deux modèles + bridage CS2021
3.1	12/10/2021	Alix Njamkepo	Modifications des directives de bridage acoustique par CSD
3.2	14/03/2022	Alix Njamkepo	Ajout d'un modèle

**Table des matières**

<b>SYNTHÈSE DES RÉSULTATS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>2. MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>7</b>
<b>3. DONNÉES UTILISÉES.....</b>	<b>8</b>
3.1. <i>Le projet.....</i>	<i>8</i>
3.2. <i>Les modèles d'éolienne.....</i>	<i>9</i>
3.3. <i>Les données de vent.....</i>	<i>9</i>
3.4. <i>Le modèle d'écoulement du vent.....</i>	<i>10</i>
3.5. <i>Le modèle de terrain.....</i>	<i>11</i>
<b>4. ANALYSE, ÉVALUATION ET EXTRAPOLATION DES MESURES DE VENT.....</b>	<b>12</b>
4.1. <i>Description de la campagne de mesures de vent.....</i>	<i>12</i>
4.2. <i>Contrôle des données.....</i>	<i>13</i>
4.3. <i>Analyse des données.....</i>	<i>14</i>
4.4. <i>Extrapolation long terme des données.....</i>	<i>14</i>
4.4.1. <i>Sélection des données de référence.....</i>	<i>14</i>
4.4.2. <i>Corrélation des données.....</i>	<i>15</i>
4.4.3. <i>Extrapolation long terme des données mesurées.....</i>	<i>16</i>
<b>5. RÉSULTATS .....</b>	<b>17</b>
5.1. <i>Climat local de vent.....</i>	<i>17</i>
5.2. <i>Densité de l'air.....</i>	<i>18</i>
5.3. <i>Production électrique du projet éolien.....</i>	<i>18</i>
5.4. <i>Pertes de production systématiques.....</i>	<i>19</i>
5.5. <i>Production électrique détaillée par éolienne.....</i>	<i>20</i>
5.6. <i>Pertes de production induites par les directives de bridage.....</i>	<i>20</i>
<b>6. CONCLUSIONS .....</b>	<b>22</b>
A. <i>Bridage acoustique.....</i>	<i>33</i>
B. <i>Module d'arrêt chauve-souris.....</i>	<i>36</i>
C. <i>Module d'arrêt ombre portée.....</i>	<i>38</i>
D. <i>Combinaison bridage acoustique &amp; module d'arrêt chauve-souris &amp; ombre.....</i>	<i>39</i>

**Liste des tableaux**

Tableau 1 Perspectives de production du projet éolien à Boussu .....	5
Tableau 2 Coordonnées des éoliennes et du mât de mesures (Système de coordonnées : Lambert 72).....	8
Tableau 3 Modèles et spécifications techniques des éoliennes étudiées .....	9
Tableau 4 Inventaire des données météorologiques disponibles pour l'étude .....	10
Tableau 5 Facteurs de conversion appliqués aux données et facteurs de calibration .....	13
Tableau 6 Statistiques des données de vent mesurées à Boussu (17/05/2019-12/06/2020) .....	14
Tableau 7 Coefficients de corrélation entre données mesurées (anémomètre 1) et données de référence.....	15
Tableau 8 Coefficient de corrélation et de régression linéaire par secteur (Mât 60 m- Merra 2) .....	15
Tableau 9 Distribution des vitesses du vent, avant et après extrapolation long terme .....	16
Tableau 10 Vitesse moyenne et distribution des vitesses long terme .....	17
Tableau 11 Perspectives de production du projet éolien à Boussu .....	18
Tableau 12 Pertes de production systématiques (en % de la production électrique brute) .....	20
Tableau 13 Production électrique nette et pertes de sillage détaillées par éolienne .....	20
Tableau 14 Impact des programmes de bridage sur les perspectives de production du projet .....	21
Tableau 15 Nordex N117-3.6 .....	29
Tableau 16 Senvion 3.4M122 STE .....	30
Tableau 17 Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE.....	31
Tableau 18 Résumé des normes de bruit dB(A) selon les conditions générales et sectorielles .....	33
Tableau 19 Impact du bridage acoustique sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6).....	35
Tableau 20 Impact du bridage acoustique sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122) .....	35
Tableau 21 Impact du bridage acoustique sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE).....	36
Tableau 22 Impact du système d'arrêt chiro sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6).....	37
Tableau 23 Impact du système d'arrêt chiro sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122) .....	38
Tableau 24 Impact du système d'arrêt chiro sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP E3 2.99 MW) .....	38
Tableau 25 Module d'arrêt pour ombre reportée (Senvion 3.4M122 et Nordex N117 3.6 MW) .....	38
Tableau 26 Module d'arrêt pour ombre reportée (Enercon E115) .....	38
Tableau 27 Impact du système d'arrêt ombre sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6).....	39
Tableau 28 Impact du système d'arrêt ombre sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122) .....	39
Tableau 29 Impact du système d'arrêt ombre sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW).....	39
Tableau 30 Impact des systèmes de bridages cumulés sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6).....	40
Tableau 31 Impact des systèmes de bridages cumulés sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122) .....	40
Tableau 32 Impact des systèmes de bridages cumulés sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW).....	40

**Liste des figures**

Figure 1 Localisation des éoliennes en projet (symbole rouge) et localisation du mât de mesures (symbole orange)..	8
Figure 2 Rapport des vitesses de vent calculé entre les deux anémomètres à 60 m .....	13
Figure 3 Corrélation entre les vitesses de vent moyennes journalières mesurées sur site à 60 m (en bleu) et les données de référence MERRA 2 (en rouge) .....	15
Figure 4 Distribution des vitesses et rose énergétique à 91 m .....	17

## SYNTHÈSE DES RÉSULTATS

Tableau 1 Perspectives de production du projet éolien à Boussu

Modèle d'éoliennes	Nordex N117 3.6MW STE	Senvion M122 3.4MW STE	Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE
Nombre d'éoliennes	3	3	3
Diamètre du rotor (m)	117	122	115
Hauteur d'axe (m)	91	89	92
Puissance éolienne (MW)	3.675	3.45	2.99
Puissance installée du parc (MW)	11.03	10.35	8.97
Production électrique P50 brute (MWh/an)	23,191	23,666	21,588
Pertes systématiques cumulées (%)	9.9%	9.5%	9.7%
Production électrique P50 nette (MWh/an), Sans bridage	20,903	21,414	19,490
Facteur de charge (%)	21.6%	23.6%	24.8%
Heures équivalent pleine charge (h)	1,896	2,069	2,173
<b>Avec bridage acoustique (conditions générales) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,297	20,164	18,718
Pertes bridage (%)	2.9%	5.8%	4.0%
<b>Avec bridage acoustique (conditions sectorielles 2021) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,728	20,567	19,339
Pertes bridage (%)	0.8%	4.0%	0.8%
<b>Avec module d'arrêt chauve-souris :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,504	20,938	19,222
Pertes bridage (%)	1.9%	2.2%	1.4%
<b>Avec module d'arrêt ombre :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,866	21,376	19,462
Pertes bridage (%)	0.2%	0.2%	0.1%
<b>Avec bridage cumulé (acoustique conditions générales + chauve-souris + ombre) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	19,875	19,681	18,434
Pertes bridage (%)	4.9%	8.1%	5.4%
<b>Avec bridage cumulé (acoustique conditions sectorielles 2021 + chauve-souris + ombre) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,296	20,074	19,045
Pertes bridage (%)	2.9%	6.3%	2.3%

## 1. INTRODUCTION

WindVision développe un projet de trois éoliennes sur la commune de Boussu, en région wallonne.

GreenPlug a procédé à une étude indépendante du potentiel éolien du site dont les résultats sont consignés dans ce rapport. L'objectif de l'étude est d'évaluer la ressource en vent du site et de calculer la production électrique annuelle générée par le projet pour différents modèles d'éolienne.

L'évaluation du potentiel éolien s'appuie sur le modèle d'écoulement du vent WAsP et sur les données de vent mesurées par un mât de mesures de 60 m installé sur site.

## 2. MÉTHODOLOGIE

L'évaluation du potentiel éolien repose sur la prévision du climat local de vent à hauteur de nacelle de chaque éolienne du parc. Les distributions des vitesses calculées sont ensuite combinées à la courbe de puissance de l'éolienne pour en calculer la production électrique brute. Les pertes de production systématiques, incluant les pertes par effet de sillage, sont ensuite évaluées et déduites pour déterminer la production électrique nette de l'éolienne.

Dans le cadre de cette étude, la prévision du vent local s'appuie sur le modèle d'écoulement du vent WAsP et sur les données de vent mesurées sur le site.

Les principales étapes de la procédure d'évaluation sont schématisées à la figure suivante.



Des données de vent ont été mesurées sur site à l'aide d'un mât de 60 mètres pendant 13 mois. Pour tenir compte de la variabilité du vent, les données mesurées sont extrapolées sur une longue période de temps (minimum 10ans) en appliquant des techniques de corrélation avec des données de référence. Cette étape permet de normaliser les données mesurées sur une période de temps représentative du climat. Les données sont finalement extrapolées à hauteur de mât de chaque éolienne à l'aide du modèle WAsP pour tenir compte de l'influence du relief, de la couverture de terrain et de la stabilité de l'atmosphère sur l'écoulement du vent.

## 3. DONNÉES UTILISÉES

### 3.1. LE PROJET

Le projet prévoit la construction de trois éoliennes au sud de l'autoroute E42 sur la commune de Boussu. La localisation et les coordonnées des éoliennes sont indiquées sur la carte de la figure 1 et au tableau 2.

Figure 1 Localisation des éoliennes en projet (symbole rouge) et localisation du mât de mesures (symbole orange)



Tableau 2 Coordonnées des éoliennes et du mât de mesures (Système de coordonnées : Lambert 72)

EOLIANNE N°	COORDONNÉE X	COORDONNÉE Y
E1	107611	126643
E2	107703	126287
E3	107982	126177
Mât de mesures (60 m)	107750	126666

### 3.2. LES MODÈLES D'ÉOLIENNE

Les modèles d'éolienne sélectionnés par le client pour son projet sont indiqués au tableau 3 avec leurs spécifications techniques principales.

Tableau 3 Modèles et spécifications techniques des éoliennes étudiées

MODÈLE D'ÉOLIENNE	NORDEX N117-3.6 STE	SENVION M122-3.4 STE	ENERCON E115 EP3 E3.2.99MW STE
Diamètre du rotor (m)	117	122	115
Hauteur de mat (m)	91	89	92
Puissance éolienne (kW)	3,675	3,450	2,990
Vitesse de démarrage (m/s)	3	3	2
Vitesse coupure (m/s)	25	22	34
Courbe de puissance	Calculée par le constructeur	Calculée par le constructeur	Calculée par le constructeur

Les courbes de puissance des éoliennes fournies par les constructeurs, pour une densité de l'air de 1.225 kg/m<sup>3</sup>, sont reprises à l'annexe 4. Les courbes de puissances ont été ajustées dans les calculs de production pour tenir compte de la densité de l'air calculée sur le site.

### 3.3. LES DONNÉES DE VENT

Les données de vent utilisées pour cette étude proviennent d'une part de la campagne de mesures de vent réalisée sur site à l'aide d'un mat de 60 mètres et d'autre part des stations météorologiques disponibles dans la région.

La campagne de mesures de vent a permis de collecter pendant un an les données de vent sur site à 34 m et à 60 m d'altitude.

Pour normaliser le climat de vent et réaliser l'extrapolation long terme des données mesurées, les données météorologiques disponibles dans la région ont été inventoriées.

La sélection des données météorologiques de référence a été réalisée en appliquant les critères suivants :

- La cohérence et la stabilité des données sur une période de 10 ans minimum ; analyse de l'historique des stations, analyse du taux de couverture/ disponibilité des données, test de cohérence et de stabilité des données au cours du temps.
- L'environnement du mat de mesures ; seules les stations de classe 1, la plus exigeante en terme de dégagement par rapport aux obstacles environnants, ont été sélectionnées pour les stations IRM-Meteo Wing. La classification des stations a été réalisée par l'IRM.
- La représentativité des données: seules les stations répondant aux critères précédents et situées à moins de 100 km du site ont été retenues.

En appliquant les critères de sélection précédents, 3 sources de données météorologiques ont finalement été retenues pour la suite de l'étude.

Tableau 4 Inventaire des données météorologiques disponibles pour l'étude

STATION	HAUTEUR MESURES (M)	DISTANCE SITE (KM)	PÉRIODE (MOIS/ANNÉE)	VITESSE MOYENNE (M/S)	DONNÉES DISPONIBLES	RÉSOLUTION DONNÉES	TAUX RECOURVEMENT DONNÉES (%)
Mât 60m	60 & 34	0	05/2019–06/2020	4.8 & 3.7	Vitesse et direction (moyenne, max, min, écart type)	10 minutes	99.5
MERRA 2 <sup>1</sup> (N50.50, E3.750)	50	6	01/1990-12/2020	6.75	Vitesse et direction (moyenne)	Horaire	100
EMD ERRA 5	100	6	01/1991-12/2020	6.5	Vitesse et direction (moyenne)	Horaire	100
Chièvres	10	14	01/2001-10/2020	3.7	Vitesse et direction (moyenne)	Horaire	82

### 3.4. LE MODÈLE D'ÉCOULEMENT DU VENT

Le modèle d'écoulement WAsP a été utilisé pour extrapoler les données de vent du mât de mesures vers les éoliennes en tenant compte de l'influence du relief, de la couverture de terrain et de la stabilité de l'atmosphère.

WAsP est le logiciel de référence internationalement utilisé dans l'industrie éolienne pour la prévision du vent et la production des parcs éoliens; il a été développé par l'institut de recherche DTU au Danemark.

WAsP est un modèle d'écoulement linéaire, adapté aux terrains non complexes. La complexité du site a été évaluée à partir de l'indicateur RIX (Ruggedness Index) qui détermine la complexité du site à partir d'une analyse des pentes du terrain. La valeur de RIX doit être proche de 0% pour respecter l'enveloppe de performance du modèle ce qui est bien le cas pour le site du projet.

A l'intérieur et à proximité d'une zone forestière ou boisée, il est recommandé d'appliquer dans WAsP [6] une correction sur la hauteur des anémomètres et sur la hauteur du mât des éoliennes pour tenir compte de l'influence de la forêt sur le profil des vitesses du vent. La hauteur de déplacement a été calculée à partir de la hauteur moyenne des obstacles environnants et de leur distance par rapport au mât de mesures et aux éoliennes.

<sup>1</sup> MODERN ERA RETROSPECTIVE-ANALYSIS FOR RESEARCH AND APPLICATIONS, Données issues d'un modèle de prévision météorologique

### 3.5. LE MODÈLE DE TERRAIN

Le modèle de terrain intègre une modélisation du relief sur un rayon de 10 km autour du site à partir des données satellites SRTM<sup>2</sup> et une modélisation de la rugosité sur un rayon de 20 km à partir des données numériques Corine Land Cover 2012<sup>3</sup>. Cette construction du modèle répond aux recommandations du modèle WAsP et permet de tenir compte des effets de terrain sur le vent en amont du site.

Le modèle de terrain a été affiné par l'analyse de données exogènes (photos aériennes et cartes topographiques).

<sup>2</sup> Shuttle Radar Topography Mission Data : Données d'altitude du sol mesurées par la navette Endeavour en 2000

<sup>3</sup> Corine Land Cover 2012: Base de données vectorielle sur l'occupation des sols, créée par l'Agence Européenne de l'Environnement, principalement à partir d'images satellite

## 4. ANALYSE, EVALUATION ET EXTRAPOLATION DES MESURES DE VENT

### 4.1. DESCRIPTION DE LA CAMPAGNE DE MESURES DE VENT

Le mât de mesures installé sur le site est un mat tubulaire de 60 mètres de la marque NRG. Le mât a été installé sur le site afin d'y réaliser un BAT monitoring (mesure activité chauve-souris) et accessoirement une campagne de mesures de vent. Le BAT monitoring devait répondre à des exigences de localisation bien précises (proximité des lisières forestières). La campagne de mesures couvre 13 mois de données.

La localisation du mât ainsi que ses coordonnées sont données au chapitre 3.1.

Le mat de 60 m a été équipé de plusieurs instruments placés à différentes altitudes.

- 60 m : 1 anémomètre Thies First Class sur un bras de déport de 2.4 m orienté à 130°
- 60 m : 1 anémomètre Thies First Class sur un bras de déport de 2.4 m orienté à 310°
- 34 m : 1 anémomètre Thies First Class sur un bras de déport de 2.4 m orienté à 130°
- 58 m : 1 girouette NRG NP200 sur un bras de déport de 1.5 m
- 40 m : 1 girouette NRG NP200 sur un bras de déport de 1.5 m
- 5 m : 1 thermomètre NRG100S

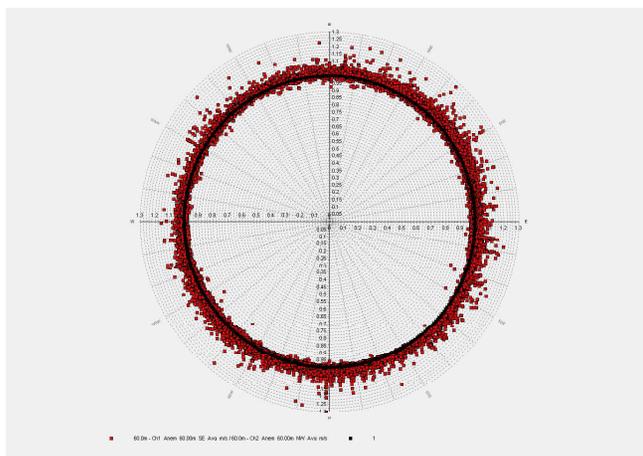
Les données ont été enregistrées toutes les 10 minutes, avec un taux d'échantillonnage d'1 Hz.

#### *Evaluation du dispositif de mesures de vent*

L'ensemble des anémomètres ont été étalonnés avant installation suivant la procédure Measnet. L'ensemble des anémomètres sont montés sur des bras de déports de 2.4 m orientés entre 130° et 310° par rapport au nord. Le montage des instruments est conforme aux lignes directrices IEA.

L'évaluation des données ne met pas en évidence d'effet de mât marqué sur les instruments puisque le rapport de vitesse entre les anémomètres à 60 m est relativement constant quel que soit la direction du vent (cfr figure 2).

Figure 2 Rapport des vitesses de vent calculé entre les deux anémomètres à 60 m



#### Représentativité des mesures de vent

L'objectif premier du mât de mesures est la réalisation d'un BAT monitoring afin de caractériser l'activité chiroptérologique du site. Ce BAT monitoring devait répondre à des exigences de hauteur et de localisation (proximité des boisements) qui primaient sur celles recommandées par une campagne de mesures de vent.

Néanmoins, les données mesurées sur site constituent une source d'information complémentaire exploitable pour l'évaluation du potentiel éolien du site.

#### 4.2. CONTRÔLE DES DONNÉES

Les 3 anémomètres installés ont été étalonnés avant installation suivant la procédure Measnet. Les données de chaque anémomètre sont converties en appliquant la fonction de transfert reprise dans le fichier d'installation du mât de mesures :

$$\text{Vitesse (m/s)} = [\text{PENTE}] \times \text{Signal (Hz)} + [\text{Offset}]$$

Les facteurs de conversion appliqués ont été contrôlés avec les rapports de calibration repris en annexe.

Tableau 5 Facteurs de conversion appliqués aux données et facteurs de calibration

RÉFÉRENCES ANÉMOMÈTRES		HAUTEUR (M)	FACTEURS APPLIQUÉS		FACTEURS CALIBRATION	
			PENTE	OFFSET	PENTE	OFFSET
Thies 1st class	03139489	60	0.04611	0.2319	0.04611	0.2319
Thies 1st class	0807179	60	0.04613	0.2128	0.04613	0.2128
Thies 1st class	0104516	34	0.04604	0.2232	0.04604	0.2232

On constate que les facteurs de conversion ont été correctement appliqués aux 3 anémomètres : les données mesurées ne nécessitent pas de correction.

#### 4.3. ANALYSE DES DONNÉES

Les données de vent ont été analysées afin d'en évaluer la cohérence et filtrer les valeurs erronées ou anormales:

- Identification des données manquantes
- Contrôle visuel des données
- Range test et test de plausibilité entre anémomètres et données de référence
- Suppression des données erronées et/ou non plausibles
- Combinaison des données dans les secteurs perturbés par l'effet mat

L'analyse des données a permis de mettre en évidence un taux de recouvrement élevé des données (~ 100%), sur les 13 mois de mesures.

Les données enregistrées au cours de la campagne de mesures sont résumées au tableau suivant pour chaque instrument. Un rapport plus détaillé des mesures de vent est repris en annexe 1.

Tableau 6 Statistiques des données de vent mesurées à Boussu (17/05/2019-12/06/2020)

HAUTEUR (M)	VITESSE MOYENNE (M/S)	WEIBULL A	WEIBULL K	TAUX RECouvreMENT DONNÉES VITESSE (%)
60	4.86	5.48	1.94	99.5
60 (2)	4.83	5.45	1.93	99.5
34	3.73	4.19	1.75	99.5

#### 4.4. EXTRAPOLATION LONG TERME DES DONNÉES

Les données mesurées sur site ont été extrapolées sur le long terme à l'aide de la méthode MCP afin d'ajuster le climat et obtenir une année normale de vent.

La méthode MCP (Mesurer-Corréler-Prédire) consiste à établir une relation entre les données concurrentes mesurées et des données de référence long terme puis appliquer cette relation aux données de références pour normaliser les données de vent mesurées.

##### 4.4.1. Sélection des données de référence

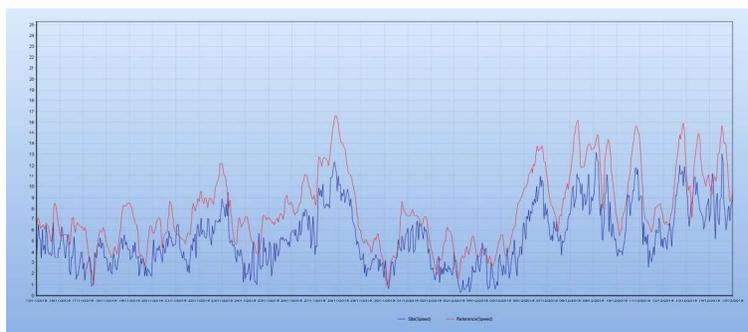
Pour pouvoir appliquer la méthode MCP, la corrélation entre les données doit être suffisamment élevée ; on considère généralement que le coefficient de corrélation doit être supérieur à 75%.

Au niveau des directions du vent, le degré de corrélation entre données est élevé quel que soit la station de référence retenue. Au niveau des vitesses, les coefficients de corrélation entre les données mesurées et les données de référence long terme ont été calculés sur la période concomitante pour les deux stations de référence les plus proches.

**Tableau 7 Coefficients de corrélation entre données mesurées (anémomètre 1) et données de référence**

DONNÉES DE RÉFÉRENCE	DISTANCE SITE (KM)	COEFFICIENT CORRÉLATION (VITESSE)
MERRA 2	6	87%
EMD ERRA 5	6	85%

Les données de référence MERRA 2 présentent le meilleur niveau de corrélation avec les données mesurées sur site et la corrélation est de bonne qualité. Les données de vent MERRA 2 ont été retenues pour réaliser l'extrapolation long terme des données mesurées

**Figure 3 Corrélation entre les vitesses de vent moyennes journalières mesurées sur site à 60 m (en bleu) et les données de référence MERRA 2 (en rouge)**

#### 4.4.2. Corrélation des données

Les rapports de corrélation entre les données MERRA2 et les données mesurées à 60 m sont illustrés à l'annexe 2 par secteur de 30 ° de direction du vent. Les coefficients de corrélation et les fonctions de transfert sont fournis au tableau 8 pour chaque direction de vent.

**Tableau 8 Coefficient de corrélation et de régression linéaire par secteur (Mât 60 m- Merra 2)**

DIRECTION VENT (DEGRÉS)	# DONNÉES DISPONIBLES	COEFFICIENT R <sup>2</sup>	OFFSET	PENTE
345-15	410	0.41	0.73	0.55
15-45	614	0.67	-0.04	0.68
45-75	667	0.50	0.53	0.62
75-105	457	0.60	0.46	0.66
105-135	357	0.57	0.78	0.54
135-165	519	0.58	0.20	0.59
165-195	1022	0.72	-1.17	0.79
195-225	1539	0.83	-0.30	0.72
225-255	1621	0.80	0.10	0.67
255-285	898	0.80	0.34	0.65

DIRECTION VENT (DEGRÉS)	# DONNÉES DISPONIBLES	COEFFICIENT R <sup>2</sup>	OFFSET	PENTE
285-315	457	0.63	0.60	0.59
315-345	428	0.48	0.69	0.56

#### 4.4.3. Extrapolation long terme des données mesurées

Les données mesurées ont été extrapolées sur le long terme en appliquant aux données MERRA 2 les fonctions de transfert reprises au tableau 8 :

Données Mesurées Extrapolées (m/s) = [PENTE] x Données MERRA2 + [Offset]

Le tableau suivant met en évidence l'impact de l'extrapolation long terme sur les données qui se manifeste par une diminution de la vitesse moyenne du vent à 60 m, passant de 4.86 m/s avant extrapolation à 4.68 m/s après extrapolation.

**Tableau 9 Distribution des vitesses du vent, avant et après extrapolation long terme**

STATION DE MESURES	PÉRIODE (JJ/MM/AA)	VITESSE MOYENNE (M/S)	PARAMÈTRE WEIBULL A	PARAMÈTRE WEIBULL K
Mât 60 m	17/05/2019-12/06/2020	4.86	5.48	1.94
	1/01/1991- 31/12/2020	4.68	5.29	2.15

## 5. RÉSULTATS

Les résultats de l'étude se rapportent à une année normale de vent qui est représentative du climat moyen pendant la durée d'exploitation du parc éolien.

### 5.1. CLIMAT LOCAL DE VENT

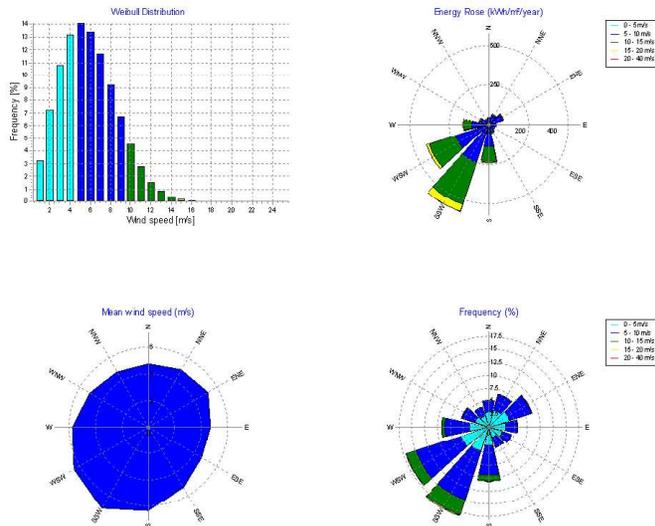
Le climat local de vent a été calculé à hauteur de nacelle de l'éolienne en projet. La distribution Weibull des vitesses de vent et la rose des vents utilisés pour caractériser le climat de vent sont illustrées à l'emplacement de l'éolienne E1 en projet à une altitude de 91 m au-dessus du sol (figure n°4).

Les graphiques indiquent que les vents dominants proviennent des secteurs sud-ouest et que les vents les plus fréquents ont une force proche des 5 m/s.

Tableau 10 Vitesse moyenne et distribution des vitesses long terme

HAUTEUR (M)	VITESSE MOYENNE (M/S)	PARAMÈTRE WEIBULL A	PARAMÈTRE WEIBULL K
91	5.84	6.60	2.24
100	5.99	6.76	2.27

Figure 4 Distribution des vitesses et rose énergétique à 91 m



### 5.2. DENSITÉ DE L'AIR

La densité de l'air a été calculée à hauteur de mât et à l'emplacement de l'éolienne, à partir d'une extrapolation des températures mesurées sur site et de l'altitude du site. La densité moyenne sur le site s'élève 1.23 kg/m³ à une altitude de 91 mètres au-dessus du sol.

### 5.3. PRODUCTION ÉLECTRIQUE DU PROJET ÉOLIEN

La production électrique générée par le projet éolien a été calculée à partir des distributions de vitesses à hauteur de mât combinée à la courbe de puissance de l'éolienne.

Les résultats présentés au tableau 11 indiquent :

- La production électrique annuelle brute ; qui correspond à l'énergie produite par le parc éolien sans aucunes pertes. Il s'agit d'une production théorique idéale.
- Les pertes de production systématiques ; qui sont décrites à la section 5.4
- La production électrique annuelle nette ; qui est égale à la production électrique brute moins l'ensemble des pertes de production systématiques
- L'indicateur « heures équivalent pleine charge » ; qui est égal au nombre d'heures pendant lequel l'éolienne devrait tourner à puissance nominale pour atteindre la production électrique nette.
- L'indicateur « facteur de charge » : qui est le rapport entre l'énergie électrique nette produite par l'éolienne sur une période donnée et l'énergie qu'elle aurait produit si elle avait fonctionné à sa puissance nominale durant la même période

Tableau 11 Perspectives de production du projet éolien à Boussu

Modèle d'éoliennes	Nordex N117 3.6MW STE	Senvion M122 3.4MW STE	Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE
Nombre d'éoliennes	3	3	3
Diamètre du rotor (m)	117	122	115
Hauteur d'axe (m)	91	89	92
Puissance éolienne (MW)	3.675	3.45	2.99
Puissance installée du parc (MW)	11.03	10.35	8.97
Production électrique P50 brute (MWh/an)	23,191	23,666	21,588
Pertes systématiques cumulées (%)	9.9%	9.5%	9.7%
Production électrique P50 nette (MWh/an), Sans bridage	20,903	21,414	19,490
Facteur de charge (%)	21.6%	23.6%	24.8%
Heures équivalent pleine charge (h)	1,896	2,069	2,173

#### 5.4. PERTES DE PRODUCTION SYSTÉMATIQUES

La production électrique nette est obtenue en déduisant les pertes de production systématiques de la production brute. Ces pertes ont soit été calculées, soit estimées sur base d'hypothèses réalistes :

- **Effet de sillages entre éoliennes:** Pertes d'énergie liées à la diminution de l'énergie cinétique du vent en aval de l'éolienne. Les pertes de sillage ont été calculées sur le logiciel WINDPRO, avec le modèle de calcul NO Jensen original. Les pertes ont été calculées en tenant compte des 3 éoliennes en projet. Aucun autre parc n'a été pris en compte pour les effets de sillage.
- **Indisponibilité technique de l'éolienne:** Pertes de production liées aux arrêts de l'éolienne qui sont dus à la maintenance préventive ou corrective ou à des incidents techniques. Ces pertes peuvent être comparées avec les garanties de disponibilité offertes par les constructeurs qui avoisinent généralement les 97 % par an et par parc éolien (en termes de temps et non d'énergie). Ces pertes ont été estimées.
- **Indisponibilité du raccordement électrique:** Pertes de production dues aux périodes d'indisponibilité de la cabine de tête, de la tête de ligne et/ou à la ligne de raccordement jusqu'au réseau électrique. Une perte standard de 0.3 %, correspondant 24 heures d'indisponibilité par an, a été appliquée.
- **Indisponibilité du réseau électrique:** Pertes de production dues aux périodes d'indisponibilité du réseau électrique. Une perte standard de 0.3 %, correspondant 24 heures d'indisponibilité par an, a été appliquée.
- **Pertes électriques:** Pertes liées au transformateur de l'éolienne et les pertes de transport jusqu'au compteur du producteur. Ces pertes ont été estimées : pertes liées au transformateur (~1%) + pertes câbles (~1%).
- **Pertes liées à la formation de glace:** Pertes de production dues à une diminution des performances et mises à l'arrêt de l'éolienne suite à l'accumulation de glace sur les pales de l'éolienne. Une perte standard de 0.5 % a été appliquée.
- **Hystérèse par vent fort:** Pertes de production lors des cycles de mises à l'arrêt et de redémarrage de l'éolienne pour les vitesses de vent proches de la vitesse de coupure de l'éolienne. D'après la distribution des vitesses de vent calculée, ces pertes peuvent être négligées.
- **Contrôle de charge :** Pertes de production liées au contrôle de charge mis en place sur une ou plusieurs éoliennes du projet afin de respecter ses limites de conception. Ce contrôle de charge peut être réalisé en appliquant une régulation par secteur (wind sector management ou gestion par secteur) ou en modulant la vitesse de coupure de l'éolienne. Aucune restriction n'a été considérée pour ce projet.

Tableau 12 Pertes de production systématiques (en % de la production électrique brute)

Types de pertes	Nordex N117 3.6MW STE	Senvion M122 3.4MW STE	Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE
Effet de sillages (%)	4.1%	3.8%	4.0%
Indisponibilité éolienne(%)	3.0%	3.0%	3.0%
Indisponibilité raccordement %	0.3%	0.3%	0.3%
Indisponibilité réseau électrique(%)	0.3%	0.3%	0.3%
Pertes électriques (%)	2.0%	2.0%	2.0%
Pertes dues à la formation de glace (%)	0.5%	0.5%	0.5%
Hystérèse par vent fort (%)	0.0%	0.0%	0.0%
Autres pertes	0.0%	0.0%	0.0%
<b>Pertes systématiques calculées (%)</b>	<b>9.9%</b>	<b>9.5%</b>	<b>9.7%</b>

Les pertes de production sont converties en efficacité, par exemple une perte de 3 % est convertie en une efficacité de 97 % (=100%-3%). Ceci est fait pour l'ensemble de pertes considérées et pour chaque éolienne. Les différentes pertes sont finalement combinées en multipliant leur efficacité respective ce qui permet de calculer l'efficacité totale de chaque éolienne et du parc. La production nette s'obtient en multipliant l'efficacité totale par la production brute.

#### 5.5. PRODUCTION ÉLECTRIQUE DÉTAILLÉE PAR ÉOLIENNE

Les productions électriques nettes et les pertes de sillage sont détaillées au tableau suivant pour les éoliennes en projet. Les pertes de sillage sont exprimées en pourcent de la production électrique brute de l'éolienne.

Tableau 13 Production électrique nette et pertes de sillage détaillées par éolienne

MODELES D'ÉOLIENNES	NORDEX N117-3.6 STE		SENVION M122-3.4 STE		ENERCON E115 EP3 E3 2.99 MW STE	
	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES SILLAGE (%)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES SILLAGE (%)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES SILLAGE (%)
E1	6,944	4.5%	7,123	3.9%	6,471	4.3%
E2	7,003	3.4%	7,159	3.3%	6,510	3.4%
E3	6,956	4.5%	7,131	4.1%	6,510	4.3%

#### 5.6. PERTES DE PRODUCTION INDUITES PAR LES DIRECTIVES DE BRIDAGE

Les scénarios de bridage définis dans l'étude d'incidences ont été pris en compte dans cette étude afin d'évaluer leur impact sur la production du parc éolien :

- **Bridage acoustique** afin de respecter les normes de bruit selon les conditions sectorielles 2021 et générales applicables au parc éolien de plus de 0.5 MW
- **Module d'arrêt chauve-souris** afin d'arrêter l'éolienne pendant les périodes d'activité chiroptérologique
- **Module d'arrêt ombre portée** afin d'arrêter l'éolienne lorsque l'ombre portée cause une gêne au voisinage
- **Bridage cumulatif** lorsque l'ensemble des programmes de bridage (acoustique, module d'arrêt chauve-souris et ombre) sont d'application

Les consignes de bridage transmises par CSD sont fournies à l'annexe 6 du rapport ainsi que la méthode de calcul pour évaluer les pertes de production. Les pertes de production induites par les programmes de bridage sont indiquées au tableau suivant.

**Tableau 14 Impact des programmes de bridage sur les perspectives de production du projet**

Modèle d'éoliennes	Nordex N117 3.6MW STE	Senvion M122 3.4MW STE	Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE
Production électrique P50 nette (MWh/an), Sans bridage	20,903	21,414	19,490
<b>Avec bridage acoustique (conditions générales) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,297	20,164	18,718
Pertes bridage (%)	2.9%	5.8%	4.0%
<b>Avec bridage acoustique (conditions sectorielles 2021) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,728	20,567	19,339
Pertes bridage (%)	0.8%	4.0%	0.8%
<b>Avec module d'arrêt chauve-souris :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,504	20,938	19,222
Pertes bridage (%)	1.9%	2.2%	1.4%
<b>Avec module d'arrêt ombre :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,866	21,376	19,462
Pertes bridage (%)	0.2%	0.2%	0.1%
<b>Avec bridage cumulé (acoustique conditions générales + chauve-souris + ombre) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	19,875	19,681	18,434
Pertes bridage (%)	4.9%	8.1%	5.4%
<b>Avec bridage cumulé (acoustique conditions sectorielles 2021 + chauve-souris + ombre) :</b>			
Production électrique P50 nette (MWh/an)	20,296	20,074	19,045
Pertes bridage (%)	2.9%	6.3%	2.3%

## 6. CONCLUSIONS

Le climat de vent et la production annuelle du projet éolien à Boussu ont été évalués à partir d'un modèle d'écoulement du vent alimenté par des données de vent mesurées sur site et des données provenant de stations météorologiques disponibles dans la région.

Les résultats de cette étude se rapportent à une année de vent normale, c.à.d. une année représentative du climat moyen pendant la durée d'exploitation du parc éolien.

A 91 m d'altitude, la vitesse moyenne du vent s'élève à 5.84 m/s avec des vents dominants du secteur sud-ouest.

La production électrique annuelle nette générée par le projet Boussu s'élève en appliquant l'ensemble des directives de bridage (acoustique selon les conditions sectorielles 2021) à :

- 20.3 GWh avec 3 éoliennes Nordex N117-3.6MW
- 20.1 GWh avec 3 éoliennes Senvion M122 3.4MW
- 19.0 GWh avec 3 éoliennes Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW

**BIBLIOGRAPHIE & RÉFÉRENCES**

- [1] Measnet, Evaluation of site specific wind conditions, 2009
- [2] IEA, Wind speed measurement and use of cup anemometry, Second Print 2003
- [3] UCL-KMI-VITO-3E, Improved Prediction of Wind Power in Belgium, 2006,
- [4] Standard Loss Definitions for Wind Resource/ Energy Assessments, AWEA 2008, Steve Jones, Global Energy Concepts
- [5] IEC61400-1 ed3 (2005), Wind Turbines, Part 1 : Design Requirements
- [6] WASP standard parameters , “WAsP and forests”, WAsP 9 Help Facility
- [7] Optimising the parametrisation of forests for WAsP wind speed calculations; a retrospective empirical study, GL Garrad Hassan, J.F Corbett

**Appendix 1 - ANALYSE DES MESURES VENT**

Project:  
**W265\_WindVision\_Boussu**

Licensed user:  
**GREENPLUG**  
rue peter benoit 26  
BE-1040 Bruxelles

Pierre Antoine / pierreantoine.mal@greenplug.eu  
Created:  
20/09/2021 13:20

**Meteo data report - Main results**

**Mast:** Mat Boussu 60 m (052019-062020) **Period:** Full period: 17/05/2019 - 12/06/2020 (12.9 months)  
Mast position: Belgian Lambert72-BD72 (BE 2001 <±1m) East: 107,750 North: 476,666

Measurement heights and wind speeds (in this report)  
Disabled data not included in overview table below

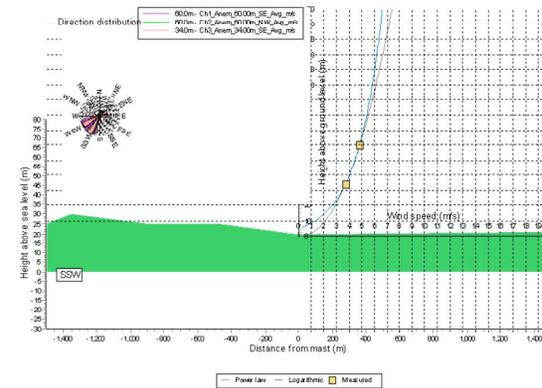
ID	Height (m)	Data recovery [%]	Records	U_max (m/s)	U_mean *) (m/s)
60.0m - CH1_Anem_60.00m_SE_Avg_m/s	60.0	99.5	56220	19.8	4.9
60.0m - CH2_Anem_60.00m_NW_Avg_m/s	60.0	99.5	56214	19.0	4.8
34.0m - CH3_Anem_34.00m_SE_Avg_m/s	34.0	99.5	56229	16.8	3.7



\*) U\_mean is simple arithmetic average

Scale: 50,000

Mean wind profile for all concurrent data and terrain profile for the most frequent sector of height: 60.0m - CH1\_Anem\_60.00m\_SE\_Avg\_m/s: SSW (left side)



Profile characteristics for best curve fit through all data (Note: Values are only fully valid in flat terrain)  
Shear exponent: 0.4690 (Power law profile)  
Roughness length: 5.0737 m class 4.87 (Equivalent roughness for logarithmic profile)

windPRO 3.0.654 by EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

20/09/2021 13:20 / 1

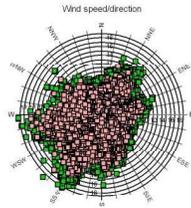


Project:  
W265\_WindVision\_Boussu

Licensed user:  
GREENPLUG  
rue peter benoit 26  
BE-1040 Bruxelles  
  
Pierre Antoine / pierreantoine.mall@greenplug.eu  
Licence:  
16/09/2021 16:32

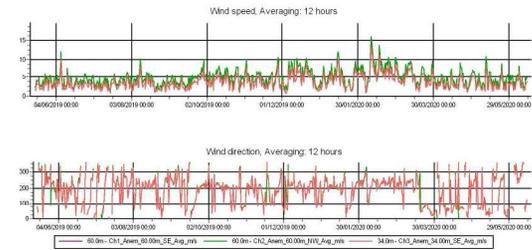
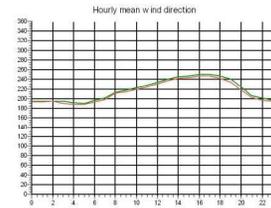
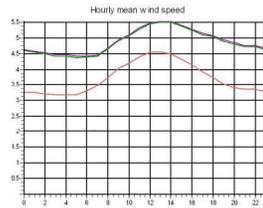
Meteo data report - Main results

Mast: Mat Boussu 60 m (052019-062020) Period: Full period: 17/05/2019 - 12/06/2020 (12.9 months)



Statistics

Signal	Unit	Count of period	Mean	Stddev	Min	Max
60.0m - CH_Anem_00.00m_SE_Avg_m/s	m/s	1813	3.06	4.87	0.0	24.0
60.0m - CH_Anem_00.00m_SE_Avg_m/s	m/s	1622	9.12	4.88	0.0	24.0
60.0m - CH_Anem_00.00m_SE_Avg_m/s	Degrees	1813	102	14.81	0	360
60.0m - CH_Anem_00.00m_SE_Avg_m/s	Degrees	1622	99	24.59	0	360
60.0m - CH_Anem_00.00m_SE_Avg_m/s	m/s	1813	0.05	0.17	0.0	0.5
60.0m - CH_Anem_00.00m_WW_Avg_m/s	m/s	1262	5.13	0.17	0.0	24.0
60.0m - CH_Anem_00.00m_WW_Avg_m/s	m/s	1813	9.81	4.88	0.0	24.0
60.0m - CH_Anem_00.00m_WW_Avg_m/s	Degrees	1681	100	24.81	0	360
60.0m - CH_Anem_00.00m_WW_Avg_m/s	Degrees	1814	102	14.85	0	360
60.0m - CH_Anem_00.00m_WW_Avg_m/s	m/s	1813	0.05	0.18	0.0	0.5
60.0m - CH_Anem_00.00m_WW_Avg_m/s	m/s	1829	0.17	0.18	0.0	0.5
34.0m - CH_Anem_34.00m_SE_Avg_m/s	m/s	1817	3.78	3.78	0.0	24.0
34.0m - CH_Anem_34.00m_SE_Avg_m/s	m/s	1623	9.92	3.71	0.0	24.0
34.0m - CH_Anem_34.00m_SE_Avg_m/s	Degrees	1817	102	14.41	0	360
34.0m - CH_Anem_34.00m_SE_Avg_m/s	Degrees	1623	83	14.11	0	360
34.0m - CH_Anem_34.00m_SE_Avg_m/s	Degrees	2879	371	0.24	0.0	360



Appendix 2 - CORRÉLATION MCP

Project:  
W265\_WindVision\_Boussu

Licensed user:  
GREENPLUG  
rue peter benoit 26  
BE-1040 Bruxelles  
  
Pierre Antoine / pierreantoine.mall@greenplug.eu  
Licence:  
16/09/2021 15:57/3.0.654

MCP - Regression MCP report (basic/overview)

Calculation: MERRA-2 - Aném 1

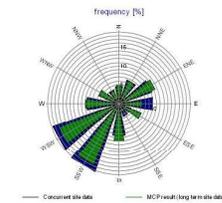
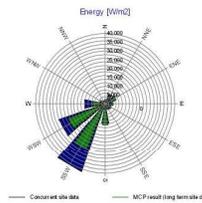
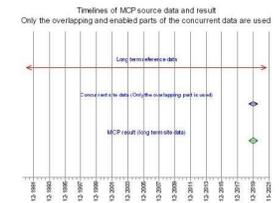
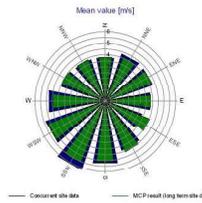
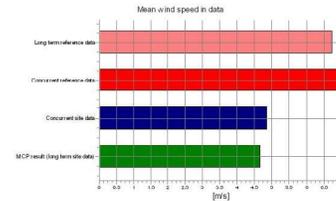
MCP method used:

Regression MCP

Long term reference data:  
MERRA-2\_N50\_50\_E003.75 (1)  
Height: 50.00

Concurrent reference data:  
Height: 0.00

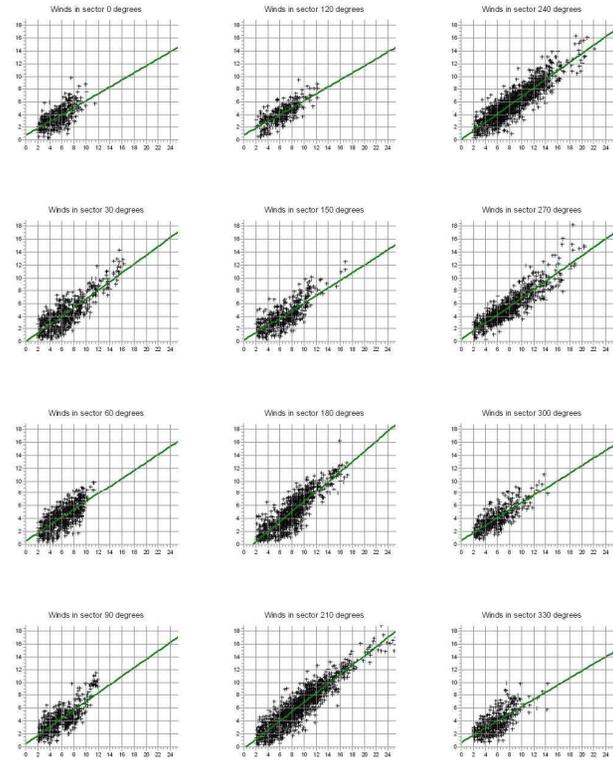
Concurrent site data:  
Mat Boussu 60 m (052019-062020)  
Height: 60.00



Project:  
W265\_WindVision\_Boussu

Licensee:  
GREENPLUG  
rue peter bemolt 26  
BE-1040 Bruxelles  
Contact:  
Pierre Antoine / pierreantoine.mall@greenplug.eu  
16/09/2021 15:57/3.0.654

MCP - Regression MCP report - details on wind speed fit  
Calculation: MERRA 2 - Anémio 1



windPRO 3.0.654 by EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

16/09/2021 15:57 / 4 windPRO

Appendix 3 - DISTRIBUTION VITESSE DE VENT LONG TERME (60M)

Project:  
W265\_WindVision\_Boussu

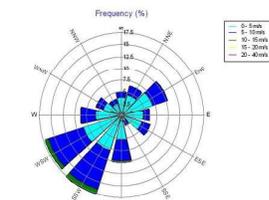
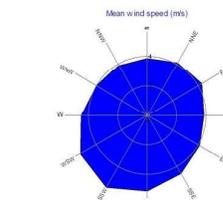
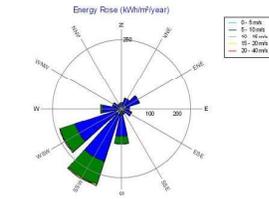
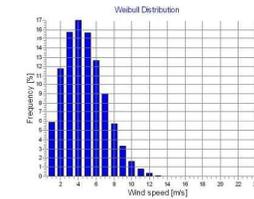
Licensee:  
GREENPLUG  
rue peter bemolt 26  
BE-1040 Bruxelles  
Contact:  
Pierre Antoine / pierreantoine.mall@greenplug.eu  
16/09/2021 15:35/3.0.654

METEO - Wind Data Analysis

Calculation: MCP MERRA 2 - Anémio 1Wind data: A - Mat Boussu 60 m (Regression MCP using MERRA-2 - Anémio 1) - 2021; Hub height: 60.0  
Site coordinates  
Belgian Lambert72-BD72 (BE 2001 +1m)  
East: 107,750 North: 126,000

Weibull Data

Sector	A-parameter	Wind speed [m/s]	k-parameter	Frequency	Wind gradient exponent
0 N	4.32	3.83	2.520	5.0	0.000
1 NNE	4.61	4.09	2.305	6.5	0.000
2 ENE	4.82	4.28	2.595	10.4	0.000
3 E	4.34	3.86	2.571	6.1	0.000
4 ESE	4.60	4.08	2.464	6.5	0.000
5 SSE	5.16	4.57	2.225	2.3	0.000
6 S	5.74	5.09	2.180	10.1	0.000
7 SSW	6.22	5.60	2.225	17.7	0.000
8 WSW	5.93	5.25	2.197	17.1	0.000
9 W	5.04	4.47	2.148	8.8	0.000
10 WNW	4.53	4.02	2.290	5.8	0.000
11 NNW	4.29	3.89	2.352	3.7	0.000
All	5.29	4.68	2.148	100.0	



windPRO 3.0.654 by EMD International A/S, Tel. +45 96 35 44 44, www.emd.dk, windpro@emd.dk

16/09/2021 16:17 / 1 windPRO

**Appendix 4 - COURBES DE PUISSANCE**

**Tableau 15 Nordex N117-3.6**

Wind speed [m/s]	Mode PM1 - 103.5 dB	Mode 102.5 dB	Mode 101.5 dB	Mode 98dB
3	15	15	15	15
3.5	70	70	70	70
4	146	146	146	146
4.5	241	241	241	241
5	355	355	355	355
5.5	489	488	488	488
6	646	646	646	646
6.5	830	830	829	827
7	1043	1043	1043	1024
7.5	1287	1287	1286	1225
8	1564	1560	1549	1426
8.5	1868	1851	1823	1625
9	2188	2153	2101	1820
9.5	2512	2459	2378	2011
10	2827	2753	2640	2201
10.5	3108	2989	2857	2381
11	3319	3164	3020	2520
11.5	3473	3289	3137	2624
12	3577	3370	3213	2699
12.5	3641	3411	3255	2749
13	3672	3420	3269	2775
13.5	3675	3420	3270	2780

Wind speed [m/s]	Mode PM1 - 103.5 dB	Mode 102.5 dB	Mode 101.5 dB	Mode 98dB
14	3675	3420	3270	2780
14.5	3675	3420	3270	2780
15	3675	3420	3270	2780
15.5	3675	3420	3270	2780
16	3675	3420	3270	2780
16.5	3675	3420	3270	2780
17	3675	3420	3270	2780
17.5	3675	3420	3270	2780
18	3675	3420	3270	2780
18.5	3675	3420	3270	2780
19	3675	3420	3270	2780
19.5	3675	3420	3270	2780
20	3675	3420	3270	2780
20.5	3675	3420	3270	2780
21	3675	3420	3270	2780
21.5	3675	3420	3270	2780
22	3675	3420	3270	2780
22.5	3675	3420	3270	2780
23.5	3675	3420	3270	2780
24	3675	3420	3270	2780
24.5	3675	3420	3270	2780
25	3675	3420	3270	2780

**Tableau 16 Senvion 3.4M122 STE**

Wind speed [m/s]	Mode 0	Mode 103 dB	Mode 101.5 dB	Mode 100 dB	Mode 98.5 dB
3	50	49	49	49	49
4	183	179	179	179	179
5	394	387	387	387	387
6	696	687	687	687	685
7	1111	1105	1099	1084	1050
8	1621	1599	1556	1480	1382
9	2222	2153	2020	1879	1736
10	2808	2656	2441	2241	2038
11	3199	2924	2648	2397	2157
12	3363	3030	2710	2440	2180
13	3400	3030	2710	2440	2180
14	3400	3030	2710	2440	2180
15	3400	3030	2710	2440	2180
16	3400	3030	2710	2440	2180
17	3400	3030	2710	2440	2180
18	3400	3030	2710	2440	2180
19	3400	3030	2710	2440	2180
20	3400	3030	2710	2440	2180
21	3400	3030	2710	2440	2180
22	3400	3030	2710	2440	2180

Tableau 17 Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE

Wind speed [m/s]	Mode 0s - 103.9 dB	Mode 103.3 dB	Mode 101.4 dB
2	9	9	9
2.5	29	29	29
3	57	57	57
3.5	100	100	100
4	163	163	163
4.5	248	248	248
5	351	351	351
5.5	478	478	477
6	628	628	627
6.5	804	804	801
7	1008	1006	997
7.5	1240	1235	1214
8	1497	1486	1447
8.5	1767	1752	1690
9	2037	2019	1934
9.5	2287	2268	2167
10	2501	2484	2379
10.5	2670	2657	2559
11	2793	2783	2702
11.5	2876	2869	2807
12	2928	2924	2880
12.5	2958	2956	2928
13	2975	2974	2957
13.5	2984	2983	2973
14	2988	2988	2982
14.5	2990	2990	2987
15	2990	2990	2989
15.5	2990	2990	2990
16	2990	2990	2990
16.5	2990	2990	2990
17	2990	2990	2990
17.5	2990	2990	2990
18	2990	2990	2990
18.5	2990	2990	2990

Wind speed [m/s]	Mode 0s - 103.9 dB	Mode 103.3 dB	Mode 101.4 dB
2	9	9	9
2.5	29	29	29
19	2990	2990	2990
19.5	2990	2990	2990
20	2990	2990	2990
20.5	2990	2990	2990
21	2990	2990	2990
21.5	2990	2990	2990
22	2990	2990	2990
22.5	2990	2990	2990
22	2990	2990	2990
23.5	2986	2987	2988
24	2979	2980	2981
24.5	2965	2966	2968
25	2944	2944	2946
25.5	2911	2911	2911
26	2865	2863	2862
26.5	2804	2800	2794
27	2727	2720	2709
27.5	2636	2626	2609
28	2446	2424	2387
28.5	2286	2255	2200
29	2129	2091	2021
29.5	1955	1912	1831
30	1808	1758	1662
30.5	1631	1580	1478
31	1443	1393	1291
31.5	1249	1202	1107
32	1136	1087	986
32.5	968	923	830
33	803	764	683
33.5	651	618	550
34	580	548	480

Wind speed [m/s]	Mode 100.4 dB	Mode 98.7 dB	Mode 98.0 dB
2	9	9	9
2.5	29	29	29
3	57	57	57
3.5	100	100	100
4	163	163	163
4.5	248	248	248
5	351	351	350
5.5	477	474	472
6	626	617	611
6.5	798	775	762
7	989	944	921
7.5	1197	1120	1082
8	1416	1297	1241
8.5	1641	1474	1398
9	1865	1647	1552
9.5	2082	1817	1702
10	2285	1983	1850
10.5	2466	2145	1996
11	2619	2299	2139
11.5	2740	2444	2278
12	2830	2574	2409
12.5	2893	2685	2529
13	2934	2776	2634
13.5	2960	2847	2721
14	2975	2898	2790
14.5	2983	2933	2841
15	2987	2957	2877
15.5	2989	2971	2902
16	2990	2980	2918
16.5	2990	2985	2928
17	2990	2988	2934
17.5	2990	2989	2937
18	2990	2990	2939

Wind speed [m/s]	Mode 100.4 dB	Mode 98.7 dB	Mode 98.0 dB
18.5	2990	2990	2940
19	2990	2990	2940
19.5	2990	2990	2940
20	2990	2990	2940
20.5	2990	2990	2940
21	2990	2990	2940
21.5	2990	2990	2940
22	2990	2990	2940
22.5	2990	2990	2940
23	2990	2990	2940
23.5	2988	2989	2940
24	2981	2984	2936
24.5	2967	2972	2927
25	2944	2951	2909
25.5	2909	2918	2881
26	2857	2870	2839
26.5	2787	2803	2779
27	2698	2715	2699
27.5	2595	2615	2607
28	2364	2387	2399
28.5	2167	2183	2203
29	1982	1988	2010
29.5	1788	1785	1808
30	1613	1597	1618
30.5	1427	1403	1421
31	1241	1212	1228
31.5	1060	1030	1044
32	938	899	908
32.5	786	749	757
33	645	611	617
33.5	517	489	494
34	448	416	418

## Appendix 5 - PERTES DE BRIDAGE

Le calcul des pertes de production induites par les consignes de bridage acoustique et le système d'arrêt chauve-souris & ombre est détaillé dans cette annexe.

## A. Bridage acoustique

## Consignes de bridage

Le bureau CSD en charge de l'étude d'incidences a évalué la mise en place de bridages acoustiques sur les éoliennes afin de respecter ;

- les normes sonores prévues dans les conditions sectorielles 2021 relatives au parc éolien de plus de 0.5 MW
- les normes sonores prévues dans les conditions générales d'exploitation

Les valeurs limites générales de niveaux de bruit sont reprises au Tableau 18 selon les conditions générales et sectorielles.

Tableau 18 Résumé des normes de bruit dB(A) selon les conditions générales et sectorielles

	ZONE D'IMMISSION	JOUR	TRANSITION	NUIT
CONDITIONS GÉNÉRALES	Zones d'habitat et d'habitat à caractère rural	50	45	40
	Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles et de parcs	50	45	40
	Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires	55	50	45
CONDITIONS SECTORIELLES 2021	Zone habitat et habitat à caractère rural	45	45	43
	Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles et de parcs	45	45	43
	Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires	55	50	45

Les conditions nocturnes sont considérées comme estivales pour la nuit à venir lorsque la température atteint 16 degrés centigrades à 22 heures à la station météorologique de l'I.R.M. la plus proche du parc d'éoliennes.

Les programmes de bridage ont été spécifiés par CSD afin de respecter ces deux normes.

Modèle : Nordex N117 3.6 MW STE			
Conditions sectorielles			
Eolienne	Jour	Transition	Nuit
1	Pas de bridage	Pas de bridage	101,5 dB(A)
2	Pas de bridage	Pas de bridage	101,5 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	Pas de bridage
Conditions générales			
Eolienne	Jour	Transition	Nuit
1	Pas de bridage	Pas de bridage	98 dB(A)
2	Pas de bridage	Pas de bridage	98 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	102,5 dB(A)

Modèle : Senvion 3.4M122 STE			
Conditions sectorielles			
Eolienne	Jour	Transition	Nuit
1	103 dB(A)	103 dB(A)	100 dB(A)
2	103 dB(A)	103 dB(A)	101,5 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	Pas de bridage
Conditions générales			
Eolienne	Jour	Transition	Nuit
1	Pas de bridage	103 dB(A)	98,5 dB(A)
2	Pas de bridage	103 dB(A)	98,5 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	100 dB(A)

Modèle : Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE			
Conditions sectorielles			
Eolienne	Jour	Transition	Nuit
1	103,3 dB(A)	103,3 dB(A)	100,4 dB(A)
2	Pas de bridage	Pas de bridage	101,4 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	Pas de bridage
Conditions générales			
Eolienne	Jour	Transition	Nuit
1	Pas de bridage	103,3 dB(A)	98,0 dB(A)
2	Pas de bridage	Pas de bridage	98,7 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	98,7 dB(A)

## Hypothèses

Sur base des consignes de bridage établies par CSD, on détermine la durée effective de chaque période de bridage auquel on fait correspondre l'utilisation d'une courbe de puissance bridée.

Les courbes de puissance bridées proviennent des fiches techniques fournies par les constructeurs et sont reprises à l'annexe 4. Pour chaque éolienne, on applique le mode de bridage le plus contraignant à toutes les plages de vitesse, ce qui est conservatif au niveau du calcul de

perles. Lorsque le mode de bridage n'est pas disponible auprès du constructeur, nous considérons l'arrêt de l'éolienne.

On considère les distributions de vitesses du vent calculées à hauteur de nacelle de l'éolienne par le modèle WAsP. On ne prend pas en compte un régime de vent différent pour les périodes où l'éolienne est bridée par rapport à la normale annuelle.

La durée des différentes périodes de bridage dépend des normes considérées:

- Conditions générales :
  - Période de jour : 42 % de l'année
  - Période de transition : 25 % de l'année
  - Période de nuit : 33% de l'année
  
- Conditions sectorielles 2021
  - Période de jour : 42 % de l'année
  - Période de transition : 25 % de l'année
  - Période de nuit : 33% de l'année

### Résultats

Les résultats de production, avec et sans bridage acoustique, sont présentés aux tableaux suivants pour les 2 modèles d'éoliennes étudiés.

**Tableau 19 Impact du bridage acoustique sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6)**

	SANS BRIDAGE ACOUSTIQUE	AVEC BRIDAGE ACOUSTIQUE (CONDITIONS GÉNÉRALES)		AVEC BRIDAGE ACOUSTIQUE (CONDITIONS SECTORIELLES 2021)	
	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,944	6,666	4.0%	6,858	1.2%
E2	7,003	6,704	4.3%	6,908	1.3%
E3	6,956	6,927	0.4%	6,962	-0.1%

**Tableau 20 Impact du bridage acoustique sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122)**

	SANS BRIDAGE ACOUSTIQUE	AVEC BRIDAGE ACOUSTIQUE (CONDITIONS GÉNÉRALES)		AVEC BRIDAGE ACOUSTIQUE (CONDITIONS SECTORIELLES 2021)	
	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	7,123	6,652	6.6%	6,649	6.7%
E2	7,159	6,668	6.9%	6,774	5.4%
E3	7,131	6,844	4.0%	7,144	-0.2%

**Tableau 21 Impact du bridage acoustique sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW STE)**

	SANS BRIDAGE ACOUSTIQUE	AVEC BRIDAGE ACOUSTIQUE (CONDITIONS GÉNÉRALES)		AVEC BRIDAGE ACOUSTIQUE (CONDITIONS SECTORIELLES 2021)	
	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)	PRODUCTION NETTE (MWH/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,471	6,164	4.7%	6,367	1.6%
E2	6,510	6,273	3.6%	6,458	0.8%
E3	6,510	6,281	3.5%	6,514	-0.1%

### B. Module d'arrêt chauve-souris

#### Consignes de bridage

Un système d'arrêt sur l'ensemble des éoliennes du projet est recommandé durant les périodes d'activité chiroptérologique significative. Les conditions d'arrêt ont été transmises par le bureau CSD en charge de l'étude d'incidences :

Arrêt des éoliennes en projet dans les conditions cumulatives suivantes ;

#### Période A : Du 1er avril au 31 juillet et du 16 au 31 octobre de chaque année :

- Du coucher du soleil jusque 5 h après ;
- Lorsque la vitesse du vent à la nacelle est inférieure à 5,8 m/s à 60 m au-dessus du sol;
- Lorsque la température de l'air au sol est supérieure à 8,1°C;
- En l'absence de précipitations.

#### Période B : Du 1 août au 15 octobre de chaque année :

- Période B1 : Du coucher du soleil jusqu'au lever du soleil lorsque la durée de la nuit est inférieure à 8h, soit entre le 1er et le 24 août);
- Période B2 : Du coucher du soleil jusque 8h après, soit entre le 25 août et le 15 octobre.
- Lorsque la vitesse du vent à la nacelle est inférieure à 5,7 m/s à 60 m au-dessus du sol;
- Lorsque la température de l'air au sol est supérieure à 5°C;
- En l'absence de précipitations

#### Hypothèses

Sur base des consignes présentées ci-dessus, on détermine la durée effective de chaque période de bridage auquel on fait correspondre l'utilisation d'une courbe de puissance bridée.

Les vitesses de vent en dessous desquelles les éoliennes seront arrêtées durant les périodes A et B ont été calculées en extrapolant verticalement les consignes de vitesse communiquées par CSD. L'extrapolation tient compte du coefficient de cisaillement du vent calculé à partir du profil vertical des vitesses mesuré au niveau du mât.

Les vitesses de 5.7 m/s et 5.8 m/s fournies à 60 m correspondent respectivement à 6.4 m/s et 6.5 m/s à 90 m de hauteur. Une courbe de puissance bridée avec une vitesse de démarrage fixée à 6.5 m/s a été utilisée pour la période A, et bridée à 6.4 m/s pour la période B.

On considère les distributions de vitesses du vent calculées à hauteur de nacelle de l'éolienne par le modèle WAsP et données au paragraphe 5.1. On ne prend pas en compte un régime de vent différent durant les périodes d'arrêt de l'éolienne par rapport à la normale annuelle. Il s'agit d'une approche conservatrice au niveau du calcul des pertes, les périodes de bridage étant en moyenne moins ventées (période estivale) que la normale annuelle.

La durée effective de chaque période est évaluée en considérant :

- les heures des levers et couchers du soleil provenant de la station d'Uccle représentatives pour le site étudié
- les données horaires de température provenant de la station météorologique de Chièvres. On fait l'hypothèse que ces mesures de température sont représentatives des températures sur le site
- qu'il ne pleut jamais ce qui constitue une approche maximaliste en terme de pertes. Nous ne disposons pas de mesures locales de précipitations. A titre indicatif, le niveau normal de précipitations mesuré à Uccle s'élève à 850 mm par an. En considérant une pluie de faible intensité (2 mm d'eau par heure), on estime à 425 h le nombre heures par an où il pleut, soit 4.2 % du temps. L'impact du critère de précipitation sur la mise à l'arrêt de l'éolienne est considéré comme faible.

D'après les calculs, réalisés heure par heure, le module d'arrêt auquel correspond l'utilisation d'une courbe de puissance bridée sera actif :

- Période A : 5.9% de l'année
- Période B :
  - Période B1 : 2.6% de l'année
  - Période B2 : 4.8% de l'année

Les calculs ne tiennent pas compte du régime transitoire de fonctionnement de l'éolienne lors des cycles de démarrage/ arrêt imposés par le système de régulation chauve-souris.

### Résultats

Les résultats de production, sans et avec système d'arrêt chiro, sont présentés aux tableaux suivants.

**Tableau 22 Impact du système d'arrêt chiro sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6)**

EOLIENNES	SANS SYSTÈME D'ARRÊT CHIRO	AVEC SYSTÈME D'ARRÊT CHIRO	
	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,944	6,808	2.0%
E2	7,003	6,873	1.9%
E3	6,956	6,823	1.9%

**Tableau 23 Impact du système d'arrêt chiro sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122)**

EOLIENNES	SANS SYSTÈME D'ARRÊT CHIRO	AVEC SYSTÈME D'ARRÊT CHIRO	
	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	7,123	6,962	2.3%
E2	7,159	7,004	2.2%
E3	7,131	6,971	2.2%

**Tableau 24 Impact du système d'arrêt chiro sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP E3 2.99 MW)**

EOLIENNES	SANS SYSTÈME D'ARRÊT CHIRO	AVEC SYSTÈME D'ARRÊT CHIRO	
	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,471	6,380	1.4%
E2	6,510	6,422	1.3%
E3	6,510	6,420	1.4%

### C. Module d'arrêt ombre portée

Un système d'arrêt pour limiter l'effet de gêne liée à l'ombre portée des éoliennes et respecter les seuils d'ombrage est recommandé sur les éoliennes du projet. La durée d'arrêt a été estimée par CSD en situation probable pour chaque éolienne du parc.

**Tableau 25 Module d'arrêt pour ombre reportée (Senvion 3.4M122 et Nordex N117 3.6 MW)**

EOLIEUNE	NOMBRE ANNUEL D'HEURES D'ARRÊT
E1	8
E2	18
E3	20

**Tableau 26 Module d'arrêt pour ombre reportée (Enercon E115)**

EOLIEUNE	NOMBRE ANNUEL D'HEURES D'ARRÊT
E1	5
E2	15
E3	18

### Hypothèses

Sur base des consignes présentées ci-dessus, on détermine le pourcentage de temps de l'année durant laquelle l'éolienne doit être arrêtée.

On considère les distributions de vitesses du vent calculées à hauteur de nacelle de l'éolienne par le modèle WAsP et données à la section 5.1. On ne prend pas en compte un régime de vent différent durant les périodes d'arrêt de l'éolienne par rapport à la normale annuelle ce qui revient à supposer que les pertes d'énergie sont directement proportionnelles à la durée cumulée des arrêts de l'éolienne.

## Résultats

Les pertes de production induites par le système d'arrêt sont mises en évidence selon le scénario considéré:

**Tableau 27 Impact du système d'arrêt ombre sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6)**

EOLIENNES	SANS SYSTÈME D'ARRÊT OMBRE	AVEC SYSTÈME D'ARRÊT OMBRE	
	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,944	6,938	0.09%
E2	7,003	6,988	0.21%
E3	6,956	6,940	0.23%

**Tableau 28 Impact du système d'arrêt ombre sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122)**

EOLIENNES	SANS SYSTÈME D'ARRÊT OMBRE	AVEC SYSTÈME D'ARRÊT OMBRE	
	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	7,123	7,117	0.09%
E2	7,159	7,145	0.21%
E3	7,131	7,115	0.23%

**Tableau 29 Impact du système d'arrêt ombre sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW)**

EOLIENNES	SANS SYSTÈME D'ARRÊT OMBRE	AVEC SYSTÈME D'ARRÊT OMBRE	
	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,471	6,467	0.06%
E2	6,510	6,499	0.17%
E3	6,510	6,496	0.21%

## D. Combinaison bridage acoustique & module d'arrêt chauve-souris & ombre

### Hypothèses

On fait l'hypothèse conservatrice que les pertes ne se recouvrent pas mais se cumulent. Les pertes de production sont converties en efficacité, par exemple une perte de 3 % est convertie en une efficacité de 97 % (=100%-3%). Ceci est fait pour l'ensemble de pertes considérées. Les différentes pertes sont finalement combinées en multipliant leur efficacité respective ce qui permet de calculer l'efficacité totale du parc : Efficacité cumulée = Efficacité Bridage Acoustique x Efficacité Module Arrêt Chauve-Souris X Efficacité Module arrêt ombre.

## Résultats

Les pertes de production induites par les programmes de bridage cumulés sont indiquées aux tableaux suivants.

**Tableau 30 Impact des systèmes de bridages cumulés sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Nordex N117 3.6)**

	SANS BRIDAGE	BRIDAGE ACOUSTIQUE + CHAUVE-SOURIS + OMBRE			
		(CONDITIONS GÉNÉRALES)		(CONDITIONS SECTORIELLES 2021)	
		PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,944	6,529	6.0%	6,717	3.3%
E2	7,003	6,566	6.2%	6,767	3.4%
E3	6,956	6,779	2.5%	6,812	2.1%

**Tableau 31 Impact des systèmes de bridages cumulés sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Senvion 3.4M122)**

	SANS BRIDAGE	BRIDAGE ACOUSTIQUE + CHAUVE-SOURIS + OMBRE			
		(CONDITIONS GÉNÉRALES)		(CONDITIONS SECTORIELLES 2021)	
		PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	7,123	6,496	8.8%	6,492	8.9%
E2	7,159	6,510	9.1%	6,614	7.6%
E3	7,131	6,676	6.4%	6,968	2.3%

**Tableau 32 Impact des systèmes de bridages cumulés sur la production électrique nette MWh/an du parc en projet (Enercon E115 EP3 E3 2.99 MW)**

	SANS BRIDAGE	BRIDAGE ACOUSTIQUE + CHAUVE-SOURIS + OMBRE			
		(CONDITIONS GÉNÉRALES)		(CONDITIONS SECTORIELLES 2021)	
		PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)	PRODUCTION NETTE (MWh/AN)	PERTES (+) OU GAIN (-) DE PRODUCTION (%)
E1	6,471	6,074	6.1%	6,274	3.0%
E2	6,510	6,178	5.1%	6,360	2.3%
E3	6,510	6,181	5.0%	6,411	1.5%

## **ANNEXE DD. MODÉLISATIONS ACOUSTIQUES EN CONSIDÉRANT L'AGW CONDITIONS**



## ÉVALUATION ACOUSTIQUE PAR RAPPORT AUX CONDITIONS GÉNÉRALES

### 1. Introduction

La présente annexe s'intéresse à l'évaluation des incidences acoustiques du projet au regard de l'arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002 portant sur les conditions générales.

### 2. Conditions générales d'exploitation des établissements classés (arrêté du Gouvernement wallon du 4 juillet 2002)

L'arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002 fixant les conditions générales d'exploitation définit les valeurs limites de bruit à respecter par tout établissement classé en Wallonie. Ces valeurs limites sont reprises au tableau suivant.

Elles s'appliquent aux niveaux de bruit à l'immission, c'est-à-dire aux niveaux de bruit auxquels est soumis le voisinage d'un établissement, du fait de son exploitation.

Le contrôle des valeurs limites est effectué à l'extérieur des habitations, si possible à au moins 3,5 mètres de toute structure réfléchissante autre que le sol, entre 1,2 m et 1,5 m au-dessus du sol ou du niveau d'étage considéré.

Tableau 1 : Valeurs limites générales de niveaux de bruit applicables à un établissement classé (source : arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002).

Zone d'immission		Valeurs limites en dB [A]		
		Jour (jours ouvrables et samedis de 7h à 19h)	Transition (jours ouvrables et samedis de 6h à 7h et de 19h à 22h, dimanches et jours fériés de 6h à 22h)	Nuit (tous les jours de 22h à 6h)
I	Toutes zones, lorsque le point de mesure est situé à moins de 500 m de la zone d'extraction, de dépendances d'extraction, d'activité économique industrielle ou d'activité économique spécifique, ou, à moins de 200 m de la zone d'activité économique mixte, dans laquelle est situé l'établissement	55	50	45
II	Zones d'habitat, zone d'enjeu communal et d'habitat à caractère rural, sauf I	50	45	40
III	Zones agricoles, forestières, d'espaces verts, naturelles, de parcs, sauf I	50	45	40
IV	Zones de loisirs, de services publics et d'équipements communautaires	55	50	45

### 3. Incidences en phase d'exploitation

#### 3.1. Interprétation des résultats des modélisations au regard des conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002) pour le projet en mode normal (sans bridage)

Pour l'analyse au regard des conditions générales, il est considéré conformément au Décret du 23/06/2016 modifiant le Code de l'Environnement, le Code de l'Eau et divers décrets en matière de déchets et de permis d'environnement<sup>1</sup> que le projet de Boussu constitue un établissement distinct qui doit, seul, respecter les valeurs limites. Le parc voisin de Thulin constitue un autre établissement distinct, soumis lui aussi au respect des valeurs limites des conditions générales.

Le tableau suivant reprend, pour chaque modèle d'éolienne étudié, les niveaux de bruit maximums attendus aux différents points d'immission, calculés en mode de fonctionnement normal (sans bridage) associés au projet éolien.

Les niveaux particuliers supérieurs aux valeurs limites des conditions générales, toutes périodes confondues, sont repris en gras dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Niveaux d'immission maximums prévisibles pour le projet seul en mode normal (sans bridage) – conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002)

N°	Localisation	Z.I. <sup>1</sup>	Niveaux maximum à l'immission en dB[A]
			E115 EP3 2,99 MW
R1	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	34,9
R2	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	37,7
R3	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	37,7
R4	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	37,1
R5	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	38,4
R6	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	37,9
R7	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	38,5
R8	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	36,9
R9	Saint-Ghislain, rue des Bats	III	38,9
R10	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,9
R11	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	36,4
R12	Saint-Ghislain, rue des Anglais	II	36,2
R13	Saint-Ghislain, rue des Anglais	III	36,6
R14	Saint-Ghislain, rue des Anglais	III	36,3
R15	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	II	35,0
R16	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	II	34,5

<sup>1</sup> L'article 84 du décret du 23/06/2016 modifiant le Code de l'Environnement, le Code de l'Eau et divers décrets en matière de déchets et de permis d'environnement précise la notion d'établissement : « établissement : unité technique et géographique dans laquelle interviennent une ou plusieurs installations et/ou activités classées pour la protection de l'environnement, ainsi que toute autre installation et/ou activité s'y rapportant directement et qui est susceptible d'avoir des incidences sur les émissions et la pollution. Un établissement dans lequel interviennent une ou plusieurs installations ou activités classées implantées à proximité d'installations ou activités similaires, mais n'ayant pas de liens d'interdépendance les unes par rapport aux autres sur le plan matériel ou fonctionnel, constitue un établissement distinct de l'établissement existant; ».

N°	Localisation	Z.I. <sup>1</sup>	Niveaux maximum à l'immission en dB[A]
			E115 EP3 2,99 MW
R17	Saint-Ghislain, rue de Boussu	II	36,0
R18	Saint-Ghislain, rue de Boussu	II	35,2
R19	Boussu, rue des Herbières	II	36,4
R20	Boussu, rue des Herbières	III	37,0
R21	Boussu, rue des Herbières	II	36,2
R22	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	III	35,3
R23	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	II	33,5
R24	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	33,9
R25	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	36,0
R26	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	36,7
R27	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	36,4
R28	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	38,2
R29	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	38,5
R30	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	38,9
R31	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	39,8
R32	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	<b>40,1</b>
R33	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	<b>41,7</b>
R34	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	<b>40,2</b>
R35	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	<b>42,3</b>
R36	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	<b>41,4</b>
R37	Boussu, rue Joseph Tamigniau	III	<b>42,8</b>
R38	Hensies, rue de la Haine	III	<b>40,7</b>
R39	Hensies, rue de la Haine	III	<b>40,3</b>
R40	Saint-Ghislain, rue des Sarts	III	<b>45,2</b>
R41	Hensies, rue du Bois	III	33,7

1 Zone d'immission définie par les conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002)

La comparaison des niveaux sonores calculés aux valeurs limites définies par les conditions générales permet de dresser le constat suivant :

- En période de jour, la valeur limite de 50 dB(A) est respectée par le modèle envisagé au droit de toutes les habitations.
- En période de transition, le modèle envisagé implique un dépassement de la valeur limite de 45 dB(A) au droit du récepteur R40.
- En période de nuit, le modèle envisagé implique un dépassement de la valeur limite d'immission (40 dB(A)) au niveau des récepteurs R32 à R40.

Par conséquent, afin que le projet respecte les valeurs limites définies par les conditions générales, un bridage de certaines éoliennes doit être prévu, dont l'ampleur dépendra des caractéristiques acoustiques du modèle d'éolienne.

### 3.2. Interprétation des résultats des modélisations au regard des conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002) pour le projet en mode bridé

Les programmes de bridage qui seront, le cas échéant, nécessaires au respect des valeurs limites des conditions générales ont été évalués par l'auteur d'étude sur base des données techniques disponibles auprès des constructeurs concernés (calcul théorique).

Concrètement, le plan d'exploitation suivant constitue un exemple qui permet de respecter les différentes valeurs limites d'immission :

Tableau 3 : Programmes de bridage pour le respect des valeurs limites d'immission définies par l'arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002 fixant les conditions générales d'exploitation.

<b>Enercon E115 EP3 2,99 MW // <math>L_{wA,max} = 103,9</math> dB(A)</b>			
<b>N°</b>	<b>Jour</b>	<b>Transition</b>	<b>Nuit</b>
1	Pas de bridage	103,3 dB(A)	98 dB(A)
2	Pas de bridage	Pas de bridage	98,7 dB(A)
3	Pas de bridage	Pas de bridage	98,7 dB(A)

Les fiches techniques des différents modes de bridages sont présentées en annexe du rapport.

Le tableau suivant reprend les niveaux à l'immission calculés pour les modèles considérés après application des plans d'exploitations définis ci-dessus.

Tableau 4 : Niveaux d'immission maximums prévisibles pour les éoliennes projetées en mode bridé – conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002)

<b>N°</b>	<b>Localisation</b>	<b>Z.I.<sup>1</sup></b>	<b>Niveaux maximum à l'immission en dB[A]</b>		
			<b>Jour lim. 50 dB(A)</b>	<b>Transition lim. 45 dB(A)</b>	<b>Nuit lim. 40 dB(A)</b>
R1	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	34,9	34,5	29,3
R2	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,7	37,3	32,1
R3	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,7	37,3	32,1
R4	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,1	36,8	31,5
R5	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,4	38,0	32,7
R6	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	37,9	37,5	32,2
R7	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,5	38,1	32,9
R8	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	36,9	36,5	31,3
R9	Saint-Ghislain, rue des Bats	II	38,9	38,5	33,3
R10	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	37,9	37,5	32,3
R11	Saint-Ghislain, rue des Bats	I	36,4	36,1	30,8
R12	Saint-Ghislain, rue des Anglais	I	36,2	35,8	30,6
R13	Saint-Ghislain, rue des Anglais	II	36,6	36,2	31,0
R14	Saint-Ghislain, rue des Anglais	II	36,3	36,0	30,8

N°	Localisation	Z.I. <sup>1</sup>	Niveaux maximum à l'immission en dB[A]		
			Jour lim. 50 dB(A)	Transition lim. 45 dB(A)	Nuit lim. 40 dB(A)
R15	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	I	35,0	34,7	29,5
R16	Saint-Ghislain, rue Léonard Couvreur	I	34,5	34,3	29,0
R17	Saint-Ghislain, rue de Boussu	I	36,0	35,7	30,5
R18	Saint-Ghislain, rue de Boussu	I	35,2	35,0	29,8
R19	Boussu, rue des Herbières	I	36,4	36,3	31,0
R20	Boussu, rue des Herbières	II	37,0	36,9	31,6
R21	Boussu, rue des Herbières	I	36,2	36,0	30,8
R22	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	II	35,3	35,2	29,9
R23	Boussu, rue du Chemin de Fer Hainaut-Flandre	I	33,5	33,4	28,2
R24	Boussu, rue Joseph Tamigniau	I	33,9	33,8	28,6
R25	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,0	35,9	30,7
R26	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,7	36,6	31,4
R27	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	36,4	36,3	31,1
R28	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,2	38,1	32,9
R29	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,5	38,4	33,2
R30	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	38,9	38,8	33,6
R31	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	39,8	39,7	34,5
R32	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	40,1	40,1	34,9
R33	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	41,7	41,6	36,4
R34	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	40,2	40,2	35,0
R35	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	42,3	42,3	37,1
R36	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	41,4	41,3	36,1
R37	Boussu, rue Joseph Tamigniau	II	42,8	42,7	37,5
R38	Hensies, rue d'Hainin	II	40,7	40,6	35,4
R39	Hensies, rue d'Hainin	II	40,3	40,2	35,0
R40	Hensies, rue des Sarts	II	45,2	45,0	39,7
R41	Hensies, rue du Bois	II	33,7	33,5	28,3

<sup>1</sup> Zone d'immission définie par les conditions générales (arrêté du Gouvernement wallon du 04/07/2002)



**ANNEXE EE. FICHES TECHNIQUES DES CONSTRUCTEURS  
RELATIVES AU 'SHADOW MODULE'**



# Description technique

## Eoliennes ENERCON Arrêt pour cause d'ombre

**Editeur**  
 ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Allemagne  
 Téléphone : +49 4941 927-0 • Fax : +49 4941 927-109  
 E-mail : info@enercon.de • Internet : http://www.enercon.de  
 Directeur général : Hans-Dieter Ketwig, Simon-Herrmann Wobben  
 Tribunal compétent : Aurich • Numéro d'immatriculation au registre de commerce : HRB 411  
 N° TVA : DE 181 977 360

**Remarque sur les droits de propriété intellectuelle**  
 Le contenu de ce document est protégé par le droit d'auteur, par les lois sur la propriété intellectuelle ainsi que par les lois nationales et internationales applicables. Sauf mention explicite à l'effet contraire, les droits sur le contenu de ce document appartiennent à ENERCON GmbH.

ENERCON GmbH accorde à l'utilisateur le droit de dupliquer et de copier ce document uniquement pour usage informel interne dans la mesure où l'utilisateur consent à respecter tous les droits d'auteur et autres droits de propriété intellectuelle compris dans le contenu du document et que la source dudit contenu soit citée. Aucun autre droit n'est accordé à l'utilisateur par la mise à disposition de ce document. À moins d'une disposition législative obligatoire à l'effet contraire, toute autre duplication, reproduction, copie, modification, diffusion, publication, transmission, distribution, création de produits dérivés du document, mise à disposition à des tiers et/ou exploitation, totale ou partielle, du contenu de ce document est interdite sans avoir préalablement obtenu le consentement écrit d'ENERCON GmbH.

Les droits d'ENERCON GmbH ne peuvent être utilisés d'aucune façon et à quelque fin sans le consentement préalable écrit exprès d'ENERCON GmbH. L'utilisateur ne peut enregistrer de droits de quelque type que ce soit relativement au contenu du document, incluant sans s'y limiter, au savoir-faire.

Tous les droits sur le contenu apparaissant dans le document sont la propriété de leurs détenteurs respectifs. L'utilisateur s'engage à respecter tous les droits d'auteur et autres droits de propriété compris dans ledit contenu.

**Marques déposées**  
 Toutes les marques de commerce et logos désignés dans ce document sont la propriété intellectuelle de l'auteur correspondant. Les droits conférés par le droit des marques de commerce et logos s'appliquent de manière illimitée.

**Réserve de modification**  
 ENERCON GmbH se réserve le droit, à tout moment et sans préavis de modifier ce document et son contenu dans le but de l'améliorer et de le mettre à jour, sauf accords contractuels ou législation contraignants.

### Informations sur le document

<b>ID du document</b>	D0250357-2		
<b>Note</b>	Document original. Document source pour cette traduction D0229982-2/2016-12-13		
<b>Date</b>	<b>Langue</b>	<b>DCC</b>	<b>Usine/Département</b>
2016-12-14	fr	DA	WRD Management Support GmbH / Documentation Department



ii

D0250357-2 / DA



### Description technique Arrêt pour cause d'ombre

#### Généralités

La présence périodique de zone d'ombre correspond à l'opacité répétée de la lumière directe du soleil provoquée par le mouvement des pales d'une éolienne. Cet effet se produit en fonction de la situation météorologique locale actuelle, de l'orientation de la nacelle en fonction de la direction du vent, de la position du soleil et des périodes de fonctionnement de l'éolienne.

L'objectif d'un arrêt pour cause d'ombre utilisé pour les éoliennes ENERCON est de couper de manière ciblée l'éolienne en tenant compte de la situation météorologique et d'éviter ainsi sûrement ou de diminuer les immissions provoquées par des périodes de zones d'ombre sur des sites importants, comme les habitations, les dortoirs, les lieux de travail, les écoles et les terrasses.

#### Fonctionnement

L'arrêt pour cause d'ombre est une fonction qui est intégrée dans le système de commande de l'éolienne. Elle est activée en fonction de l'éolienne dans l'éolienne pour laquelle un arrêt pour cause d'ombre est nécessaire. Pour ce faire, chaque éolienne est commandée en toute autonomie. Il n'est pas possible de couper plusieurs éoliennes via un système, comme la commande du parc éolien. La programmation et le réglage des paramètres de l'arrêt pour cause d'ombre s'effectue via l'écran dans l'armoire de commande de l'éolienne.

#### Détermination de temps d'arrêt potentiel pour cause d'ombre

L'arrêt pour cause d'ombre est sous-jacent au système calendaire. Les périodes de zone d'ombre astronomique maximum possible pour les sites d'immission concernés sont calculées en tenant compte des paramètres spécifiques au site, comme la hauteur de moyeu, le diamètre du rotor et les coordonnées de l'éolienne, ainsi que la position du site d'immission, et la topographie.

Les résultats comprennent les périodes de zone d'ombre aux lieux d'immission caractéristiques en indiquant les heures de début et de fin quotidiennes des périodes de zone d'ombre. Les temps d'arrêt calculés sont programmés sous forme de tableau dans le système de commande de l'éolienne. Un réglage précis de ces temps d'arrêt est réalisable à tout moment pour chaque lieu d'immission et pour chaque période.

#### Mesure de l'éclairement lumineux

La production de périodes de zone d'ombre provoquée par le mouvement des pales de l'éolienne est en fonction de l'ensoleillement. Conformément aux déclarations du groupe de travail de la fédération allemande / Länder allemands pour la protection contre les immissions (Länderausschuss für Immissionsschutz), cette zone d'ombre apparaît si l'ensoleillement au niveau normal par rapport à la direction d'incidence dépasse plus de 120 W/m<sup>2</sup>.

L'éclairement lumineux sur une surface de mesure horizontale est influencé par l'angle d'incidence du soleil (position du soleil) et l'efficacité lumineuse d'un rayonnement. Cette dernière est déterminée par la réfraction de la lumière et l'opacité atmosphérique, et dépend également de la position du soleil. Seules des valeurs approximatives peuvent par conséquent être déterminées pour l'éclairement lumineux, en fonction de la position du soleil. Par ailleurs, la position actuelle du soleil n'est pas connue du système de contrôle de l'éolienne.

Pour l'arrêt pour cause d'ombre des éoliennes ENERCON, un procédé a été développé, grâce auquel l'appartenance de zone d'ombre peut à tout moment être précisément analysée. Pour mesurer l'éclairement lumineux, trois capteurs sont installés à un angle de 120° au niveau inférieur du mât de l'éolienne. Grâce à ce dispositif, il y a au moins un capteur du côté soleil et un autre du côté

### Description technique Arrêt pour cause d'ombre



ombre du mât. Le système de commande de l'éolienne détermine depuis les valeurs de mesure des trois capteurs, l'éclairement lumineux le plus fort, et l'éclairement lumineux le plus faible qui est appelé intensité lumineuse ou intensité d'ombre.

La présence possible de zones d'ombre n'est par conséquent pas déterminée via une mesure imprécise de l'éclairement lumineux, mais via le rapport entre l'intensité lumineuse et l'intensité d'ombre et intensité d'arrêt qui en est déterminée.

Pour un éclairage lumineux de 120 W/m<sup>2</sup>, l'intensité d'arrêt mesurée est de 36 %. Cette valeur est très largement indépendante de la position du soleil. Si le rapport de l'intensité d'ombre à l'intensité lumineuse ne dépasse pas 36 %, alors il y a un éclairage lumineux de plus de 120 W/m<sup>2</sup>. Une zone d'ombre apparaît.

Cette valeur a été validée dans le cadre d'un test pratique de deux ans des modules d'arrêt pour cause d'ombre. L'intensité d'arrêt peut être modifiée individuellement si nécessaire.

#### Système automatique d'arrêt

Dès que dans la plage de temps programmée, la valeur programmée de l'intensité d'arrêt est en dehors de la plage du temps programmée, l'arrêt pour cause d'ombre est active.

La valeur moyenne pour l'éclairement lumineux mesuré n'est pas créée. Par conséquent, le système automatique d'arrêt réagit aussi lorsque la valeur programmée de l'intensité d'arrêt est en dehors de la plage du temps programmée pour une durée temporaire. Un temps de retard pour l'activation de l'arrêt pour cause d'ombre peut être défini via les périodes de filtres. Le paramètre *Filtration time on (temps de filtre Marche)* détermine combien de temps en moyenne l'intensité de l'ombre doit être inférieure à l'intensité de coupure, afin que l'arrêt pour cause d'ombre soit activé.

Si les conditions lumineuses changent, de sorte que la présence de zone d'ombre n'est plus possible, l'arrêt pour cause d'ombre reste d'abord activé. L'arrêt pour cause d'ombre est désactivé et l'éolienne est remis en service lorsque la plage du temps programmée est dépassée ou lorsque la valeur de l'intensité d'arrêt est dépassée pendant un laps de temps prédéfini de manière permanente. Le paramètre *Filtration time off (temps de filtre éteint)* détermine combien de temps en moyenne l'intensité de l'ombre doit être supérieure à l'intensité de coupure, afin que l'arrêt pour cause d'ombre soit désactivé.

#### Tolérances et sécurité

Le type de capteur utilisé pour mesurer l'éclairement lumineux indique généralement une tolérance de  $\pm 10$  %. Après la vérification des capteurs, trois capteurs qui indiquent entre eux une tolérance de  $\pm 1$  % maximum, sont sélectionnés à l'usine dans le cadre de l'assurance qualité. Comme aucune valeur de mesure absolue n'est importante pour l'analyse des signaux, mais uniquement le rapport des éclairages lumineux, une très grande exactitude est ainsi obtenue.

Par ailleurs, la plausibilité du fonctionnement des capteurs lumineux est vérifiée automatiquement deux fois par jour pendant le fonctionnement. Pour ce faire, on mesure les tensions sur les trois capteurs lumineux, à minuit et à 13 heures. Si les valeurs mesurées ne sont pas plausibles, un message est généré et une vérification des capteurs est demandée sur site.

Par la défaillance d'un capteur, par ex. provoquée par une rupture de câble ou par un court-circuit, le rapport de l'intensité d'ombre à l'intensité lumineuse passe sous la valeur d'intensité d'arrêt. L'éolienne s'arrête dans la plage de temps programmée. Le système de contrôle génère un message qui indique lequel des trois capteurs ne fonctionne plus.

### Documentation et disponibilité

L'activation du système d'arrêt pour cause d'ombre est consignée par le système de transmission des données à distance, comme message d'état avec une date, une heure et une durée, et est sauvegardée pendant plusieurs années.

Si nécessaire, on consigne les données mesurées du capteur de lumière. Pour ce faire, on consigne le rapport de l'intensité d'ombre et de l'intensité lumineuse comme valeur moyenne par minute ainsi que le minimum et le maximum de l'intervalle en minute et l'intensité d'arrêt définie.

L'arrêt pour cause d'ombre est disponible pour toutes les éoliennes de l'actuelle gamme de produits ENERCON. L'option «Arrêt pour cause d'ombre dans la forêt » dans laquelle les capteurs sont installés à une hauteur plus élevée est conçue pour les éoliennes d'une hauteur du moyeu de  $\geq 135$  m qui sont installées sur les sites sur lesquels les capteurs sont couverts par des arbres ou bâtiments.

**ANNEXE FF. FICHES TECHNIQUES DES COUTS DE  
DÉMANTÈLEMENT**



**WEC-type:** E-115 EP3 E3 SRT92m

**Quantity of turbines:** 1 turbine

Works		[EUR]
Disassembly of WEC + Steelsections	Grid disconnection Dismounting WEC Dismounting Steelcomponents	<b>170,116.99 €</b>
Deconstruction of Foundation	Removing foundation cover Deconstruction foundation Recycling + transport	<b>84,698.90 €</b>
Transport	Transport WEC 200km Transport Steelcomponents 200km	<b>44,100.00 €</b>
Recycling	Recycling Tower (Steelcomponents) Recycling WEC  Recycling cables	<b>-176,434.36 €</b>
<b><u>Total net per Windenergyconverter:</u></b>		<b><u>122,481.53 €</u></b>

**Validity period: 01. January 2021 to 31. December 2021**

This cost estimate is only for information . All information are provided without warranty.  
 The cost estimate is not an offer and is not an assurance that ENERCON carries out the dismantling work for the above sum .



**ANNEXE GG. FICHES TECHNIQUES ENERCON - NORDEX**

# Fundamentdatenblatt Foundation Data Sheet

E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

## Tiefgründung mit Auftrieb Pile Foundation with Buoyancy

WZ 4, GKI&II (DIBt, Fassung Oktober 2012)

WTC WK SA (IEC 61400-1, 3<sup>rd</sup> edition, 2005-08)

8116 503 696-7 E IV Rev. 0  
Evaluated  
P. Roycroft  
Expert  
TÜV NORD CERT GmbH

Anlage zum Prüfbericht zur Typenprüfung  
Nr.: ..... T-7006/20 - 3 Rev. 0 .....  
vom ..... 29. April 2020 .....



D0830753/6



Fundamentdatenblatt - Tiefgründung mit Auftrieb  
Foundation Data Sheet - Pile Foundation with Buoyancy  
E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

<b>Herausgeber</b>	ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 • Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig Zuständiges Amtsgericht: Aurich • Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
<b>Urheberrechtshinweis</b>	Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist. Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten. Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden. Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.
<b>Geschützte Marken</b>	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
<b>Änderungsvorbehalt</b>	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

**Publisher**  
ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Germany  
Phone: +49 4941 927-0 • Fax: +49 4941 927-109  
E-mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de  
Managing Directors: Hans-Dieter Kettwig  
Local court: Aurich • Company registration number: HRB 411  
VAT ID no.: DE 181 977 360



**Copyright notice**  
The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.  
ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.  
The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.  
If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.

**Registered trademarks**  
Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.

**Reservation of right of modification**  
ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.

D0830753/6

2 von / of 10



Fundamentdatenblatt - Tiefgründung mit Auftrieb  
Foundation Data Sheet - Pile Foundation with Buoyancy  
E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

### Dokumentinformation / Document details

<b>Dokument-ID</b> Document ID	D0830753/6		
<b>Vermerk</b> Note	Originaldokument, Original document		
<b>Datum</b> Date	<b>Sprache</b> Language	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b> Plant / Department
2020-04-21	de/en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

### Ergänzende Angaben / Additional notes

<b>Angaben zum Original (ger/eng)</b> Original document details		<b>Angaben zur Übersetzung (-)</b> Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Papagiannis MJ/ 2019-05-28	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Meyerhof F./ 2020-01-14	Geprüft/Datum: Checked/Date:	



### Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2019-05-28	Dokument erstellt (Entwurf)/ Document created (Preliminary)	MIP
1	2019-07-16	Die Breite und Tiefe der Vertiefung ist auf 0,50 Meter geändert./ The width and depth of the "deepening" has been changed to 0,50 m.	MIP
2	2020-01-14	Änderungen aufgrund der neuen Bodenfederwerte aus der neuen Bau- lage! Changes because of the new Bodenfeder values from the new Bau- lage!	MIP
3	2020-02-05	Genaue Stahlmenge aus den Plänen/ Precise amount of steel from the plans	MIP
4	2020-03-24	Falsche Beschreibung in der Federsteifigkeitstabelle/ Wrong description in the spring stiffness table.	MIP
5	2020-04-03	In Absatz 5.2 werden die Pfahlzuglast-Werte korrigiert/ In paragraph 5.2 the piles tension values are corrected.	MIP
6	2020-04-21	Genaue Stahlmenge aus den neuen Plänen/ Precise amount of steel from the new plans	MIP

**i** Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert. Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.  
This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered. The recipient will not be automatically notified about any amendments.

## 1 Allgemeine Angaben / General information

Typenstatik	ENERCON GmbH	Design-specific
D0830753/6		3 von / of 10

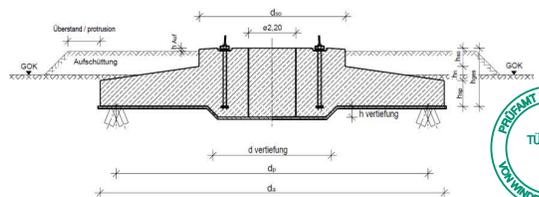


Fundamentdatenblatt - Tiefgründung mit Auftrieb  
Foundation Data Sheet - Pile Foundation with Buoyancy  
E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

Tiefgründung mit Auftrieb	Ø 18,00 m	structural analysis Pile Foundation with Buoyancy
Datum	2020-01-30	Order no. / date

## 2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

<b>Außendurchmesser</b>	$d_a$	18,00 m	<b>Outer diameter</b>
<b>Sockeldurchmesser</b>	$d_{so}$	7,00 m	<b>Base diameter</b>
<b>Mittelblockdurchmesser (unbewehrt)</b>	$d_i$	2,20 m	<b>Inner diameter (unreinforced)</b>
<b>Pfahlkreisdurchmesser Var. A, B</b>	$d_p$	16,80 m	<b>Pile ring diameter Var. A, B</b>
<b>Pfahlkreisdurchmesser Var. C</b>	$d_r$	16,40 m	<b>Pile ring diameter Var. C</b>
<b>Fundamenthöhe</b>	$h_{ges}$	2,75 m	<b>Foundation height</b>
<b>Sockelhöhe</b>	$h_{so}$	0,65 m	<b>Base height</b>
<b>Höhe Spornneigung</b>	$h_n$	1,00 m	<b>Spur incline height</b>
<b>Spornhöhe</b>	$h_{sp}$	1,10 m	<b>Spur height</b>
<b>Differenz Fundamentoberkante - GOK</b>	$h_{GOK}$	1,10 m	<b>Difference between foundation top edge and ground level</b>
<b>Differenz Fundamentoberkante – Oberkante Aufschüttung</b>	$h_{Auf}$	0,15 m	<b>Difference between foundation top edge and backfill</b>
<b>Durchmesser Fundamentvertiefung (gemittelt)</b>	$d_{vertiefung}$	7,50 m	<b>Diameter of foundation recess (averaged)</b>
<b>Vertiefungshöhe</b>	$h_{vertiefung}$	0,50 m	<b>Recess height</b>
<b>Betongüte und Volumen</b>	C 35/45	458 m <sup>3</sup>	<b>Concrete quality and volume</b>
<b>Betonstahl und Gewicht</b>	B 500B B 400B	98,3 t 107,1 t	<b>Reinforcement steel and weight</b>



Der erforderliche Überstand der Bodenaufflast über die Fundamentaußenkanten ist durch einen Baugrundgutachter festzulegen.  
The required protrusion of the backfill beyond the outer edges of the foundation must be defined by a geotechnical expert.

D0830753/6

4 von / of 10



Pfähle / Piles:	
Variante A / Variant A:	36 Fertigteilrammpfähle vertikal und nach außen geneigt / 36 prefabricated rammed piles vertical and inclined to the outside a / b 45/45 cm
Variante B / Variant B:	30 Ortbetonrammpfähle vertikal und nach außen geneigt / 30 rammed in-situ concrete piles vertical and inclined to the outside Ø 51 cm
Variante C / Variant C:	22 Bohrpfähle vertikal / 22 bored piles vertical Ø 80 cm

**3 Mindestdreh- und -wegfedersteifigkeiten / Minimum rotational and translational spring stiffness**

Folgende Mindestwerte sind einzuhalten: *Observe the following minimum values:*

Statische Bodendrehfederkonstante / Static rotational spring constant	$k_{\phi, stat}$ 13125 MNm/rad
Dynamische Bodendrehfederkonstante / Dynamic rotational spring constant	$k_{\phi, dyn}$ 105000 MNm/rad
Dynamische Bodenwegfederkonstante / Dynamic translational spring constant	$kF, dyn$ 360 MN/m

Es gelten folgende Beziehungen:

$$\frac{1}{k_{\phi, Gesamt}} = \frac{1}{k_{\phi, Fundament}} + \frac{1}{k_{\phi, Pfählsyste. m}}$$

The following relations apply:

$$\frac{1}{k_{\phi, Total}} = \frac{1}{k_{\phi, Foundation}} + \frac{1}{k_{\phi, Pile system}}$$

**4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment**

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Bau- / Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 25 years, related to the pile Pfahlkreisdurchmesser, ring diameter.

$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$



**5 Pfahlkräfte / Pile loads**

Für den Nachweis der Pfahltragsicherheit sind sowohl Tragfähigkeitsnachweise wie auch Gebrauchstauglichkeitsnachweise zu führen. *Documented evidence of the structural safety of piles requires load-carrying analyses and proof of serviceability.*  
Die Pfähle sollen aufgrund der Zugbeanspruchung mindestens 5,0 m in den tragfähigen Baugrund ( $q_c > 7,5 \text{ MN/m}^2$ ) einbinden. *Due to tensile loads, the piles should bond with the load-bearing subsoil for a minimum of 5.0 m ( $q_c > 7.5 \text{ MN/m}^2$ ).*  
Durch einen Sachverständigen der Geotechnik kann diese Einbindetiefe reduziert werden. *This anchoring depth can be reduced by means of geotechnical expertise.*

D0830753/6

5 von / of 10



Es werden nur die axialen Pfahllasten für die ungünstigste Lastfallkombination angegeben. Die Lasten beziehen sich auf Oberkante Pfahl ohne Pfahl Eigengewicht. *Only axial pile loads for the worst load case combination are indicated. Loads refer to the top edge of the pile without considering the pile's dead load.*

**5.1 Variante A: Fertigteilrammpfähle / Variant A: Prefabricated rammed piles**

Querschnitt a/b	45/45 cm	Cross section a/b
Anzahl	36	Quantity
Pfahlänge (Nachweislänge in statischer Berechnung)	20,0 m	Pile length (proof length in static calculation)
Anzahl Neigung nach außen	18 4,0:1	Quantity outward inclination
Anzahl vertikal	18	Quantity vertical

**Charakteristische axiale Pfahllasten / Characteristic axial pile loads**

Lastfall / Load case N/A/T	( $\gamma_F / \gamma_R$ )	$F_{Ok}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Ok}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	$F_{Ok}$ in kN	$\Sigma F_k$ in kN
Druck / Compression	(1,00/1,00)	-574	-	-871	-1445
Zug / Tension	(1,00/1,00)	-	-429	844	415

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_F = 1,0$ ) *Loads do not include partial safety factors ( $\gamma_F = 1.0$ )*

**Bemessungswerte der axialen Pfahllasten / Axial Pile load design values**

Lastfall / Load case N/A/T	( $\gamma_F / \gamma_R$ )	$F_{O,d}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{O,d}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	$F_{O,d}$ in kN	$\Sigma F_d$ in kN
Druck / Compression	(1,10/0,90)	-631	-	-965	-1596
Zug / Tension	(1,10/0,90)	-	-362	939	577

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_{Auftrieb} = 1,10$ ) *All loads include partial safety factors ( $\gamma_{buoyancy} = 1.10$ )*

**Erläuterungen / Explanations:**

Anteil infolge ständiger Lasten	$F_G$	portion due to permanent loads
Anteil infolge veränderlicher Lasten	$F_Q$	portion due to varying loads
Charakteristische Lasten	$F_k$	characteristic loads
Bemessungswerte der Lasten	$F_d$	load design values

D0830753/6

6 von / of 10



Summe aus ständigen und veränderlichen Lasten  $\Sigma F$  *sum of permanent and varying loads*

**5.2 Variante B: Ortbetonrammpfähle / Variant B: Rammed in-situ concrete piles**

Querschnitt Durchmesser	51 cm	Cross section diameter
Anzahl	30	Quantity
Pfahlänge (Nachweislänge in statischer Berechnung)	20,0 m	Pile length (proof length in static calculation)
Anzahl Neigung nach außen	15 4,0:1	Quantity outward inclination
Anzahl vertikal	15	Quantity vertical

**Charakteristische axiale Pfahllasten / Characteristic axial pile loads**

Lastfall / Load case N/A/T	( $\gamma_F / \gamma_R$ )	$F_{Ok}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Ok}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	$F_{Ok}$ in kN	$\Sigma F_k$ in kN
Druck / Compression	(1,00/1,00)	-688	-	-1048	-1736
Zug / Tension	(1,00/1,00)	-	-515	1007	492

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_F = 1,0$ ) *Loads do not include partial safety factors ( $\gamma_F = 1.0$ )*

**Bemessungswerte der axialen Pfahllasten / Axial Pile load design values**

Lastfall / Load case N/A/T	( $\gamma_F / \gamma_R$ )	$F_{O,d}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{O,d}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	$F_{O,d}$ in kN	$\Sigma F_d$ in kN
Druck / Compression	(1,10/0,90)	-757	-	-1160	-1917
Zug / Tension	(1,10/0,90)	-	-434	1101	667

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_{Auftrieb} = 1,10$ ) *All loads include partial safety factors ( $\gamma_{buoyancy} = 1.10$ )*

**Erläuterungen / Explanations:**

Anteil infolge ständiger Lasten	$F_G$	portion due to permanent loads
Anteil infolge veränderlicher Lasten	$F_Q$	portion due to varying loads
Charakteristische Lasten	$F_k$	characteristic loads
Bemessungswerte der Lasten	$F_d$	load design values

D0830753/6

7 von / of 10



Summe aus ständigen und veränderlichen Lasten  $\Sigma F$  *sum of permanent and varying loads*

**5.3 Variante C: Bohrpfähle / Variant C: Bored piles**

Querschnitt Durchmesser	80 cm	Cross section diameter
Anzahl	22	Quantity
Pfahlänge (Nachweislänge in statischer Berechnung)	20,0 m	Pile length (proof length in static calculation)
Anzahl vertikal	22	Quantity vertical

**Charakteristische axiale Pfahllasten / Characteristic axial pile loads**

Lastfall / Load case N/A/T	( $\gamma_F / \gamma_R$ )	$F_{Ok}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{Ok}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	$F_{Ok}$ in kN	$\Sigma F_k$ in kN
Druck / Compression	(1,00/1,00)	-939	-	-1370	-2309
Zug / Tension	(1,00/1,00)	-	-702	1371	669

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_F = 1,0$ ) *Loads do not include partial safety factors ( $\gamma_F = 1.0$ )*

**Bemessungswerte der axialen Pfahllasten / Axial Pile load design values**

Lastfall / Load case N/A/T	( $\gamma_F / \gamma_R$ )	$F_{O,d}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{O,d}$ in kN mit Auftrieb with buoyancy	$F_{O,d}$ in kN	$\Sigma F_d$ in kN
Druck / Compression	(1,10/0,90)	-1032	-	-1569	-2601
Zug / Tension	(1,10/0,90)	-	-592	1570	978

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_{Auftrieb} = 1,10$ ) *All loads include partial safety factors ( $\gamma_{buoyancy} = 1.10$ )*

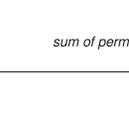
**Erläuterungen / Explanations:**

Anteil infolge ständiger Lasten	$F_G$	portion due to permanent loads
Anteil infolge veränderlicher Lasten	$F_Q$	portion due to varying loads
Charakteristische Lasten	$F_k$	characteristic loads
Bemessungswerte der Lasten	$F_d$	load design values

Summe aus ständigen und veränderlichen Lasten  $\Sigma F$  *sum of permanent and varying loads*

D0830753/6

8 von / of 10



**5.4 Bemessungswerte der Pfahlschnittgrößen/  
Pile stress resultant design values**

Anzahl Pfähle / number of piles		36	30	22
Horizontalkraft (Pfahloberkante) / Horizontal force (top edge of pile)	H <sub>d</sub>	88 kN	106 kN	146 kN
LEinspannmoment in der Platte / Fixed-end moment in plate	M <sub>d</sub>	248 kNm*	296 kNm*	597 kNm*
Max. Moment in Pfahlmitte / Max. moment at centre of pile	M <sub>d</sub>	195 kNm*	233 kNm*	443 kNm*

\* in Abhängigkeit von der anstehenden Bettung  
\* depending on subgrade reaction

Die Bemessungswerte der Pfahlschnittgrößen dürfen für eine Vorbemessung verwendet werden und sind mit den Bemessungswerten der Pfahlkräfte ungünstig zu kombinieren.

*Pile stress resultant design values may be used for pre-analyses and must be unfavourably combined with pile force design values.*

Der Nachweis der inneren Tragfähigkeit ist standortabhängig unter Berücksichtigung des ENERCON-Pflichtenheftes „Nachweisführung der inneren Tragfähigkeit von Pfahlsystemen“ zu führen.

*The inner bearing capacity must be verified depending on the location, taking ENERCON's specifications document "Verification of internal pile capacity" into account.*

© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved.



**6 Lasten an der Fundamentunterkante  
Loads at the bottom edge of the foundation**

Die angegebenen F<sub>Z</sub>-Lasten schließen das Fundamenteigengewicht γ = 25 kN/m<sup>3</sup> und die Bodenauflast im Trockenzustand ein. Die Bodenauflast auf das Fundament wird mit γ<sub>tr</sub> = 16 kN/m<sup>3</sup> angesetzt.

*The F<sub>Z</sub> loads indicated include the dead weight of the foundation γ = 25 kN/m<sup>3</sup> and the soil weight in dry condition. Soil weight on the foundation is considered with γ<sub>tr</sub> = 16 kN/m<sup>3</sup>.*

**6.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases**

Lastfall Load case	(γ <sub>r</sub> / γ <sub>s</sub> )	F <sub>xy</sub> in kN	F <sub>Z,min</sub> in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F <sub>Z,max</sub> in kN mit Auftrieb with buoyancy	M <sub>xy</sub> in kNm	M <sub>Z</sub> in kNm
NTM DLC D.3	(1,00/1,00)	710	-20628	-15438	54153	-
N / T / DLC 8.2	(1,00/1,00)	1330	-20628	-15438	96658	8350
N / A / T	(1,00/1,00)	1400	-20648	-15438	119900	8850

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwert  
(γ<sub>F</sub> = 1,00)

*Loads do not include partial safety factors  
(γ<sub>F</sub> = 1.00)*

**6.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values**

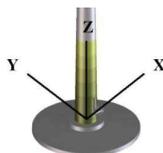
Lastfall Load case	(γ <sub>r</sub> / γ <sub>s</sub> )	F <sub>xy</sub> in kN	F <sub>Z,min</sub> in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F <sub>Z,max</sub> in kN mit Auftrieb with buoyancy	M <sub>xy</sub> in kNm	M <sub>Z</sub> in kNm
N / A / T	(1,10/0,90)	1830	-22710	-13015	136333	11250

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwert  
(γ<sub>Auftrieb</sub> = 1,10)

*All loads include partial safety factors  
(γ<sub>buoyancy</sub> = 1.10)*

© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved.

**7 Koordinatensystem / Coordinate system**



# Fundamentdatenblatt Foundation Data Sheet

E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

## Flachgründung ohne Auftrieb Flat Foundation without Buoyancy

WZ 4, GKI&II (DIBt, Fassung Oktober 2012)

WTC WK SA (IEC 61400-1, 3<sup>rd</sup> edition, 2005-08)

8116503696-7 E V Rev.0  
Evaluated

E. Dottai

Expert  
TUV NORD CERT GmbH



Anlage zum Prüfbericht zur Typenprüfung  
Nr.: ..... T-7006/20-4 Rev.0 .....  
vom ..... 01. Juli 2020 .....



**Herausgeber**

ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Deutschland  
Telefon: +49 4941 927-0 • Telefax: +49 4941 927-109  
E-Mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de  
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Jörg Scholle  
Zuständiges Amtsgericht: Aurich • Handelsregisternummer: HRB 411  
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

**Urheberrechtshinweis**

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

**Geschützte Marken**

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

**Änderungsvorbehalt**

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

**Publisher**

ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Germany  
Phone: +49 4941 927-0 • Fax: +49 4941 927-109  
E-mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de  
Managing Directors: Hans-Dieter Kettwig, Jörg Scholle  
Local court: Aurich • Company registration number: HRB 411  
VAT ID no.: DE 181 977 360

**Copyright notice**

The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously recognisable.

ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilisation of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation.

The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof.

If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.

**Registered trademarks**

Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.

**Reservation of right of modification**

ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.

© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved.



**Dokumentinformation / Document details**

Dokument-ID Document ID	D0854714-4 / DA		
Vermerk Note	Originaldokument Original document		
Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2020-06-25	de,en	DA	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

**Ergänzende Angaben / Additional notes**

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (-) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Papagiannis M./ 2019-10-15	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Papadamos M./ 2019-10-16	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

**Revisionen / Revisions**

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
1	2019-10-16	Dokument erstellt (Entwurf) Document created (Preliminary)	MIP
2	2019-10-30	Fehler auf dem Fz, max von 6.2 Tabelle, mit Auftrieb statt ohne Auftrieb wurde geschrieben/ Error on the Fz, max of 6.2 table. With buoyancy instead of without buoyancy was written	MIP
3	2020-03-03	Präzise Stahlmenge (nur B500) hinzugefügt/ precise steel quantity (only B500) added	MIP
4	2020-06-24	Stahlmenge angepasst / Steel quantity added	JAV

**i** Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert. Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.  
This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered. The recipient will not be automatically notified about any amendments.

**1 Allgemeine Angaben / General information**

Typenstatik	ENERCON GmbH	Design-specific structural analysis
Flachgründung ohne Teilauftrieb	Ø 19,80 m	Flat Foundation without Partial Buoyancy
Auftrag / Datum	2020-01-20	Order no. / date

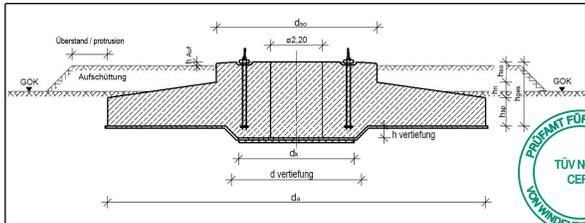


3 von 1 of 6  
**TÜV NORD**  
2020-07-01

D0854714/4

**2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions**

Außendurchmesser	$d_a$	19,80 m	Outer diameter
Sockeldurchmesser	$d_{so}$	7,00 m	Base diameter
Durchmesser Fundamentkern	$d_i$	2,20 m	Diameter of foundation core
Durchmesser kompressible Einlage	$d_k$	7,00 m	Compressible layer diameter
Fundamenthöhe	$h_{ges}$	2,75 m	Foundation height
Sockelhöhe	$h_{so}$	0,65 m	Base height
Höhe Spornneigung	$h_n$	1,35 m	Spur incline height
Spornhöhe	$h_{sp}$	0,75 m	Spur height
Differenz Fundamentoberkante - GOK	$h_{GOK}$	1,10 m	Difference between foundation top edge and ground level
Differenz Fundamentoberkante-Oberkante Aufschüttung	$h_{auf}$	0,15 m	Difference between foundation top edge and backfill
Durchmesser Fundamentvertiefung (gemittelt)	$d_{vertiefung}$	7,50 m	Diameter of foundation recess (averaged)
Vertiefungshöhe	$h_{vertiefung}$	0,50 m	Recess height
Betongüte und Volumen	C 35/45	483 m <sup>3</sup>	Concrete quality and volume
Betonstahl und Gewicht	B 500B	71,1 t	Reinforcement steel and weight
	B 400B	79,5 t	



Der erforderliche Überstand der Bodenaufkast über die Fundamenteußenkanten ist durch ein Baugrundgutachter festzulegen.  
The required protrusion of the backfill beyond the outer edges of the foundation must be defined by a geotechnical expert.

4 von 1 of 6  
**TÜV NORD**  
2020-07-01

D0854714/4

**3 Mindestdrehfedersteifigkeiten  
Minimum rotational spring stiffness**

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten:

Observe the following minimum values with regard to elastic clamping between foundation and subsoil:

Gesamtsystem / Total system (Turm und Gründung / Tower and foundation)	$k_{\phi, stat}$ 12500 MNm/rad
	$k_{\phi, dyn}$ 100000 MNm/rad

Die erforderlichen dynamischen Steifemodule ( $E_{(E_{oed, dyn})}$ ) ergeben sich in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie und Querdehnzahl.

The resulting required dynamic stiffness moduli ( $E_{(E_{oed, dyn})}$ ) depend on the foundation dimensions and Poisson's ratio.

Für Kreisfundamente gilt:

The following applies to circular foundations:

$$k_{\phi} = \frac{8 \cdot G \cdot r^3}{3 \cdot (1 - \nu)}$$

daraus folgt:

This means that:

$$E_{oed, dyn} = k_{\phi} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2}{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}$$

G = Schubmodul / Shear modulus in MN/m<sup>2</sup>  
r = Radius / Radius in m  
ν = Querdehnzahl / Poisson's ratio



**4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment**

Maximum zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren bezogen auf den Außendurchmesser.

Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 25 years, related to the outer diameter.

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

**5 Bodenpressung / Soil bearing pressure**

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können.

The in-situ subsoil must be able to bear the following minimum pressure.

$$\sigma_{k, vorh} = 300 \text{ kN/m}^2$$

D0854714/4

5 von 1 of 6  
**TÜV NORD**  
2020-07-01

**6 Lasten an der Fundamentunterkante  
Loads at the bottom edge of the foundation**

Die angegebenen  $F_z$ -Lasten schließen Fundamenteigengewicht  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$  und eine Bodenaufflast  $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$  im Trockenzustand ein.

The  $F_z$  loads indicated include the dead weight of the foundation  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$  and a soil weight  $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$  when dry.

**6.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases**

Lastfall Load case	$(\gamma_{soil} / \gamma_{mass})$ $(\gamma_{soil} / \gamma_{mass})$	$F_{xy}$ in kN	$F_{z, min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z, max}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$M_{xy}$ in kNm	$M_z$ in kNm
DLC D.3	(1,00/1,00)	710	-23099	-22329	54153	-
N/T/DLC8.2	(1,00/1,00)	1330	-23099	-22329	96658	8350
N/A/T	(1,00/1,00)	1400	-23119	-22329	119900	8850

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_F = 1,0$ )

Loads do not include partial safety factors ( $\gamma_F = 1,0$ )

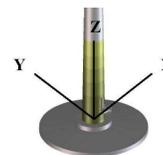
**6.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values**

Lastfall Load case	$(\gamma_F / \gamma_F)$	$F_{xy}$ in kN	$F_{z, min}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$F_{z, max}$ in kN ohne Auftrieb without buoyancy	$M_{xy}$ in kNm	$M_z$ in kNm
N / A / T	(1,10/0,90)	1830	-25428	-20100	136333	11250

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte ( $\gamma_{Auftrieb} = 1,10$ )

All loads include partial safety factors ( $\gamma_{Buoyancy} = 1,10$ )

**7 Koordinatensystem / Coordinate system**



D0854714/4

6 von 1 of 6  
**TÜV NORD**  
2020-07-01

# Fundamentdatenblatt Foundation Data Sheet

E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

## Flachgründung mit Auftrieb Flat Foundation with Buoyancy

WZ 4, GKI&II (DIBt, Fassung Oktober 2012)

WTC WK SA (IEC 61400-1, 3<sup>rd</sup> edition, 2005-08)

8116503696-7 E I Rev.0  
Evaluated  
E. Dottai  
Expert  
TÜV NORD  
2020-02-07  
TÜV NORD CERT GmbH

Anlage zum Prüfbericht zur Typenprüfung  
Nr.: ..... T-7006/20 - 2 Rev. 0 .....  
vom ..... 10. März 2020 .....



D0830213/4



Fundamentdatenblatt - Flachgründung mit Auftrieb  
Foundation Data Sheet - Flat Foundation with Buoyancy  
E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

<b>Herausgeber</b>	ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Deutschland Telefon: +49 4941 927-0 • Telefax: +49 4941 927-109 E-Mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig Zuständiges Amtsgericht: Aurich • Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360
<b>Urheberrechtshinweis</b>	Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist. Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten. Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden. Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.
<b>Geschützte Marken</b>	Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.
<b>Änderungsvorbehalt</b>	Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.
<b>Publisher</b>	ENERCON GmbH • Dreekamp 5 • 26605 Aurich • Germany Phone: +49 4941 927-0 • Fax: +49 4941 927-109 E-mail: info@enercon.de • Internet: http://www.enercon.de Managing Directors: Hans-Dieter Kettwig Local court: Aurich • Company registration number: HRB 411 VAT ID no.: DE 181 977 360
<b>Copyright notice</b>	The entire content of this document is protected by copyright and – with regard to other intellectual property rights – international laws and treaties. ENERCON GmbH holds the rights in the content of this document unless another rights holder is expressly identified or obviously utilized. ENERCON GmbH grants the user the right to make copies and duplicates of this document for informational purposes for its own intra-corporate use; making this document available does not grant the user any further right of use. Any other duplication, modification, dissemination, publication, circulation, surrender to third parties and/or utilization of the contents of this document – also in part – shall require the express prior written consent of ENERCON GmbH unless any of the above is permitted by mandatory legislation. The user is prohibited from registering any industrial property rights in the know-how reproduced in this document, or for parts thereof. If and to the extent that ENERCON GmbH does not hold the rights in the content of this document, the user shall adhere to the relevant rights holder's terms of use.
<b>Registered trademarks</b>	Any trademarks mentioned in this document are intellectual property of the respective registered trademark holders; the stipulations of the applicable trademark law are valid without restriction.
<b>Reservation of right of modification</b>	ENERCON GmbH reserves the right to change, improve and expand this document and the subject matter described herein at any time without prior notice, unless contractual agreements or legal requirements provide otherwise.



© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved!

D0830213-4

### Dokumentinformation / Document details

Dokument-ID Document ID	D0830213-4		
Vermerk Note	Originaldokument Original document		
Datum Date	Sprache Language	DCC	Werk / Abteilung Plant / Department
2020-01-30	de,en	ED	WRD / Türme und Fundamente WRD / Towers and Foundations

### Ergänzende Angaben / Additional notes

Angaben zum Original (ger;eng) Original document details		Angaben zur Übersetzung (-) Translation details	
Erstellt/Datum: Created/Date:	Papagiannis MJ 2019-05-28	Übersetzt/Datum: Translated/Date:	
Geprüft/Datum: Checked/Date:	Shah SJ 2019-05-29	Geprüft/Datum: Checked/Date:	

### Revisionen / Revisions

Rev.	Datum/Date	Änderung/Change	Erstellt/Created
0	2020-01-30	Dokument erstellt (Entwurf) Document created (Preliminary)	MIP
1	2019-07-08	Die Vertiefungshöhe wurde von 0,40 Meter auf 0,50 Meter geändert. The deepening's depth has been changed from 0,40 m. to 0,50 metres.	MIP
2	2019-08-19	Die genau benötigte Stahlmenge wurde hinzugefügt. The exact amount of steel required was added.	MIP
3	2019-10-09	Die genau benötigte Stahlmenge für B400 und B500 wurde hinzugefügt. (aus den Änderungen aufgrund der TÜV Anmerkungen) The exact amount of steel for B400 and B500 required was added, (from the changes made based on TÜV Anmerkungen)	MIP



Dieses Dokument wurde auf Anfrage bzw. für einen bestimmten Auftrag verschickt. Der Empfänger wurde nicht registriert.  
Der Empfänger wird bei Änderung nicht automatisch informiert.

This document has been forwarded upon request or with regard to a specific order. The recipient has not been registered.  
The recipient will not be automatically notified about any amendments.

## 1 Allgemeine Angaben / General information

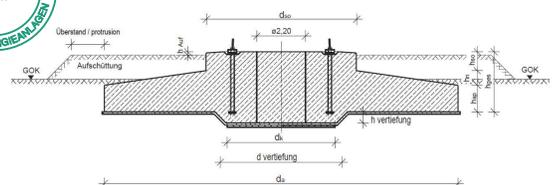
Typenstatik	ENERCON GmbH	Design-specific structural analysis
Flachgründung mit Teilauftrieb	Ø 21,65 m	Flat Foundation with Partial Buoyancy
Auftrag / Datum	2019-07-30	Order no./date
D0830213-4		3 von / of 6 TÜV NORD 2020-02-07



Fundamentdatenblatt - Flachgründung mit Auftrieb  
Foundation Data Sheet - Flat Foundation with Buoyancy  
E-115 EP3 E3-ST-92-FB-C-01

## 2 Fundamentgeometrie / Foundation dimensions

<b>Außendurchmesser</b>	$d_a$	21,65 m	<b>Outer diameter</b>
<b>Sockeldurchmesser</b>	$d_{so}$	7,00 m	<b>Base diameter</b>
<b>Durchmesser Fundamentkern</b>	$d_i$	2,20 m	<b>Diameter of foundation core</b>
<b>Durchmesser kompressible Einlage</b>	$d_k$	7,00 m	<b>Compressible layer diameter</b>
<b>Fundamenthöhe</b>	$h_{ges}$	2,75 m	<b>Foundation height</b>
<b>Sockelhöhe</b>	$h_{so}$	0,65 m	<b>Base height</b>
<b>Höhe Spornneigung</b>	$h_{h_1}$	1,35 m	<b>Spur incline height</b>
<b>Spornhöhe</b>	$h_{sp}$	0,75 m	<b>Spur height</b>
<b>Differenz Fundamentoberkante - GOK</b>	$h_{GOK}$	1,10 m	<b>Difference between foundation top edge and ground level</b>
<b>Differenz Fundamentoberkante - Oberkante Aufschüttung</b>	$h_{Auf}$	0,15 m	<b>Difference between foundation top edge and backfill</b>
<b>Durchmesser Fundamentvertiefung (gemittelt)</b>	$d_{vertiefung}$	7,50 m	<b>Diameter of foundation recess (averaged)</b>
<b>Vertiefungshöhe</b>	$h_{vertiefung}$	0,50 m	<b>Recess height</b>
<b>Betongüte und Volumen</b>	C 35/45	560 m <sup>3</sup>	<b>Concrete quality and volume</b>
<b>Betonstahl und Gewicht</b>	B 500B B 400B	85,3 t 100,7 t	<b>Reinforcement steel and weight</b>



Der erforderliche Überstand der Bodenauflast über die Fundamentaßenkanten ist durch ein Baugrundgutachter festzulegen.  
The required protrusion of the backfill beyond the outer edges of the foundation must be defined by a geotechnical expert.

D0830213-4

© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved!

© ENERCON GmbH. Alle Rechte vorbehalten. / All rights reserved!

### 3 Mindestdrehfedersteifigkeiten Minimum rotational spring stiffness

Für die elastische Fundamenteinspannung zwischen Fundament und Baugrund sind folgende Mindestwerte einzuhalten: *Observe the following minimum values with regard to elastic clamping between foundation and subsoil:*

Gesamtsystem / Total system (Turm und Gründung / Tower and foundation)	k <sub>φ,stat</sub> 12500 MNm/rad
	k <sub>φ,dyn</sub> 100000 MNm/rad

Die erforderlichen dynamischen Steifemodule (E<sub>oed,dyn</sub>) ergeben sich in Abhängigkeit von Fundamentgeometrie und Querdehnzahl. *The resulting required dynamic stiffness moduli (E<sub>oed,dyn</sub>) depend on the foundation dimensions and Poisson's ratio.*

Für Kreisfundamente gilt: *The following applies to circular foundations:*

$$k_{\nu} = \frac{8 \cdot G \cdot r^3}{3 \cdot (1 - \nu)}$$

daraus folgt:

*This means that:*

$$E_{oed,dyn} = k_{\nu} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{r^3} \cdot \frac{(1 + \nu) \cdot (1 - \nu)^2}{1 - \nu - 2 \cdot \nu^2}$$

G = Schubmodul / Shear modulus in MN/m<sup>2</sup>  
r = Radius / Radius in m  
ν = Querdehnzahl / Poisson's ratio

### 4 Zulässige Schiefstellung / Allowed misalignment

Maximal zulässige Schiefstellung infolge Baugrundsetzung in 25 Jahren bezogen auf den Außendurchmesser. *Maximum allowed misalignment due to subsoil settlement within 25 years, related to the outer diameter.*

$$\Delta s \leq 3 \text{ mm/m}$$

### 5 Bodenpressung / Soil bearing pressure

Der anstehende Baugrund muss mindestens folgende Bodenpressung aufnehmen können. *The in-situ subsoil must be able to bear the following minimum pressure.*

$$\sigma_{k,vorth} = 235 \text{ kN/m}^2$$



D0830213-4

5 von 6  
TÜV NORD  
2020-02-07

### 6 Lasten an der Fundamentunterkante Loads at the bottom edge of the foundation

Die angegebenen F<sub>Z</sub>-Lasten schließen Fundamenteigengewicht γ = 25 kN/m<sup>3</sup> und eine Bodenaufflast γ = 16 kN/m<sup>3</sup> im Trockenzustand ein. *The F<sub>Z</sub> loads indicated include the dead weight of the foundation γ = 25 kN/m<sup>3</sup> and a soil weight γ = 16 kN/m<sup>3</sup> when dry.*

#### 6.1 Charakteristische Lastfälle / Characteristic load cases

Lastfall Load case	(γ <sub>soer</sub> /γ <sub>mass</sub> ) (γ <sub>soer</sub> /γ <sub>mass</sub> )	F <sub>xy</sub> in kN	F <sub>Z,min</sub> in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F <sub>Z,max</sub> in kN mit Auftrieb with buoyancy	M <sub>xy</sub> in kNm	M <sub>Z</sub> in kNm
DLC D.3	(1.00/1.00)	710	-26275	-19210	54153	-
N/T/DLC8.2	(1.00/1.00)	1330	-26275	-19210	96658	8350
N/A/T	(1.00/1.00)	1400	-26295	-19210	119900	8850

alle Lasten ohne Teilsicherheitsbeiwerte (γ<sub>F</sub> = 1,0)

*Loads do not include partial safety factors (γ<sub>F</sub> = 1,0)*

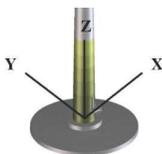
#### 6.2 Bemessungswerte der Lastfälle / Load case design values

Lastfall Load case	(γ <sub>F</sub> / γ <sub>F</sub> )	F <sub>xy</sub> in kN	F <sub>Z,min</sub> in kN ohne Auftrieb without buoyancy	F <sub>Z,max</sub> in kN mit Auftrieb with buoyancy	M <sub>xy</sub> in kNm	M <sub>Z</sub> in kNm
N / A / T	(1,10/0,90)	1830	-28922	-16034	136333	11250

alle Lasten inklusive Teilsicherheitsbeiwerte (γ<sub>Auftrieb</sub> = 1,10)

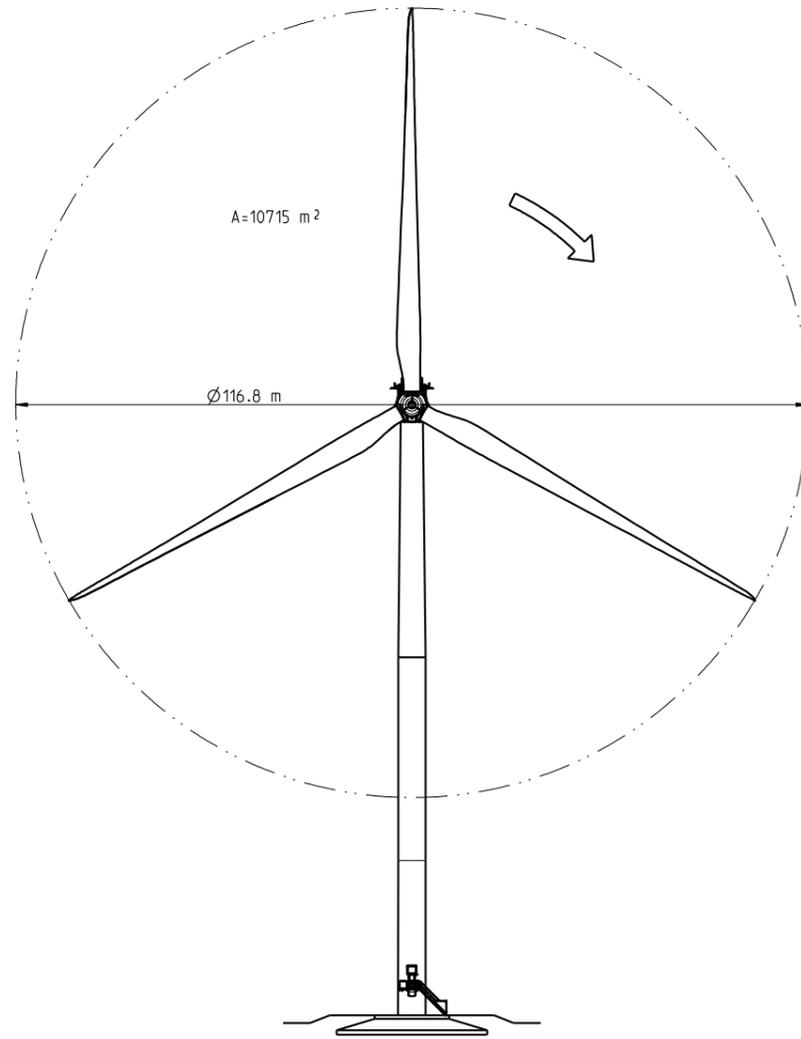
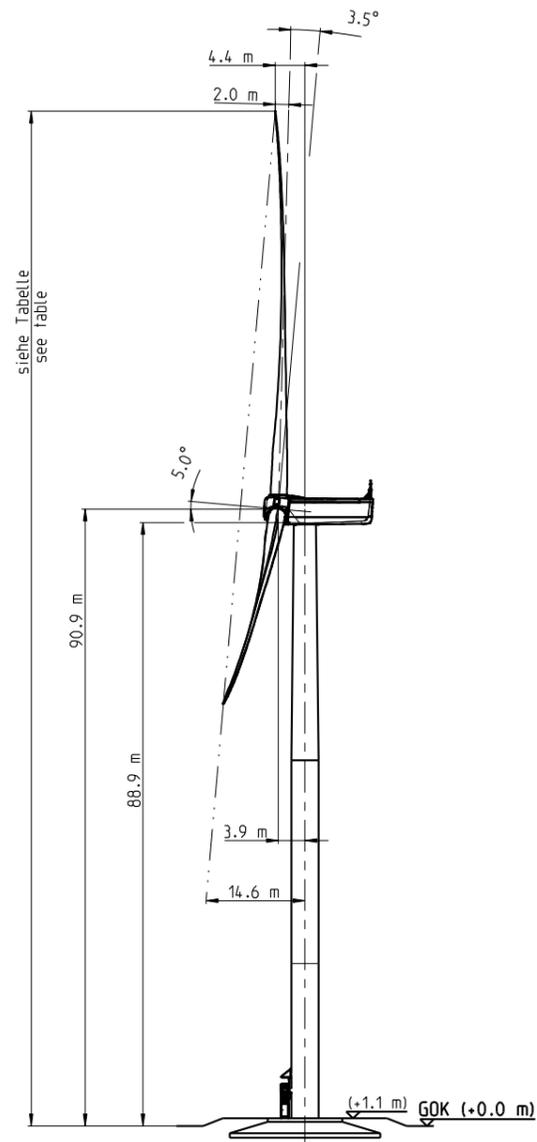
*All loads include partial safety factors (γ<sub>Buoyancy</sub> = 1,10)*

### 7 Koordinatensystem / Coordinate system



D0830213-4

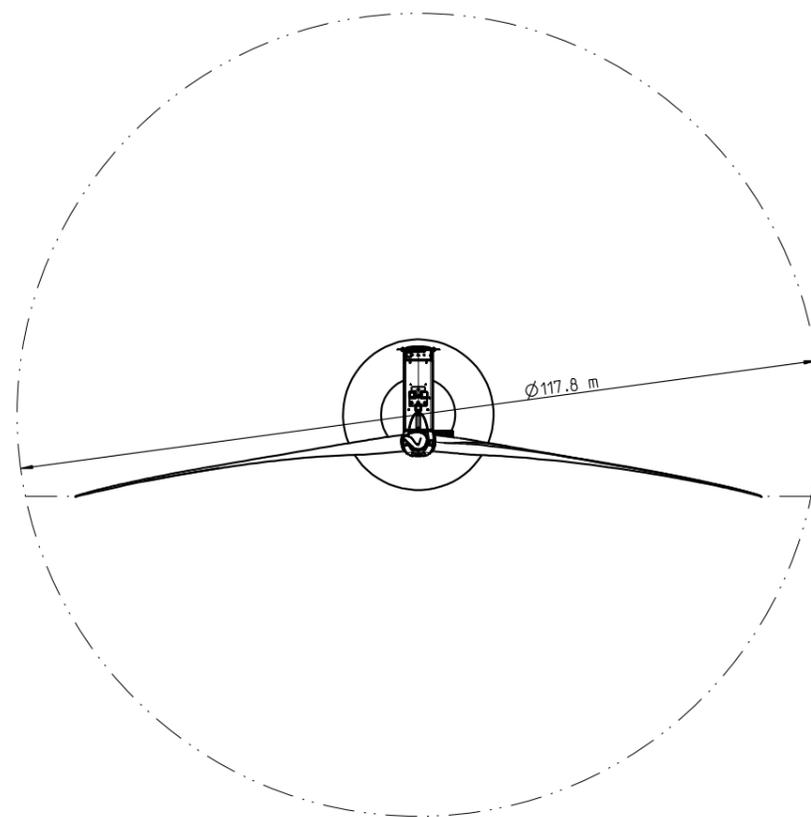
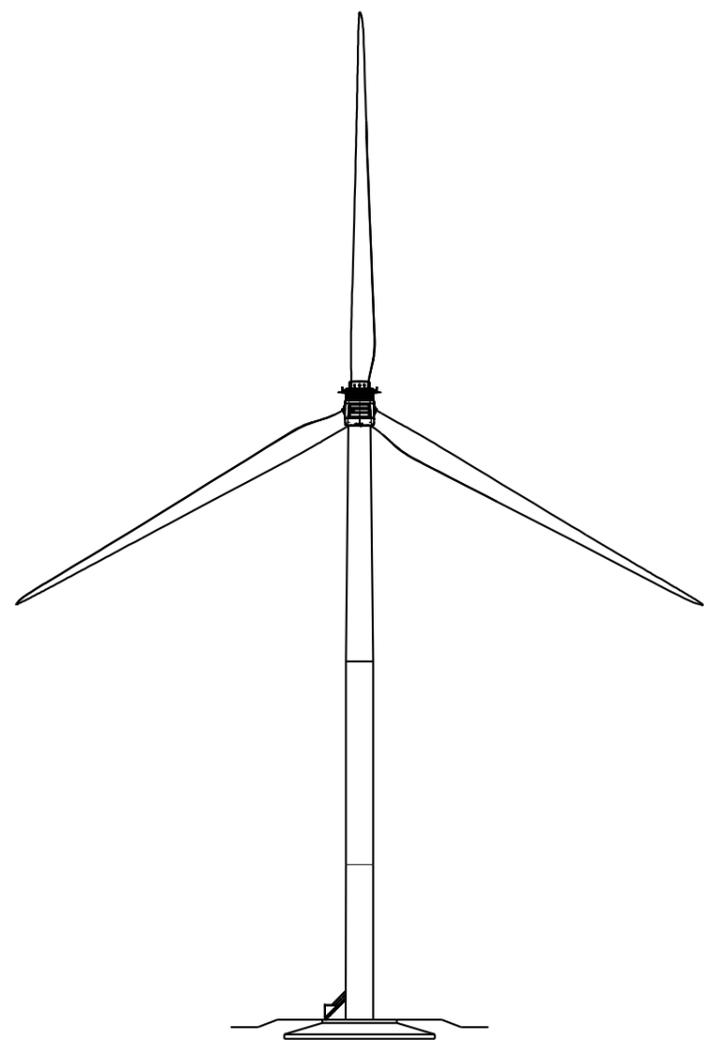
6 von 6  
TÜV NORD  
2020-02-07



Rechnerische Gesamtbauwerkshöhe (Nabenhöhe + 1/2 Rotordurchmesser) Calculated total height of building (hub height + 1/2 rotor diameter)	149.3 m
Maximale Gesamtbauwerkshöhe unter Last (inkl. Aufbiegung der Rotorblätter) Maximum height of building under load (incl. deflection of the rotor blades)	149.6 m

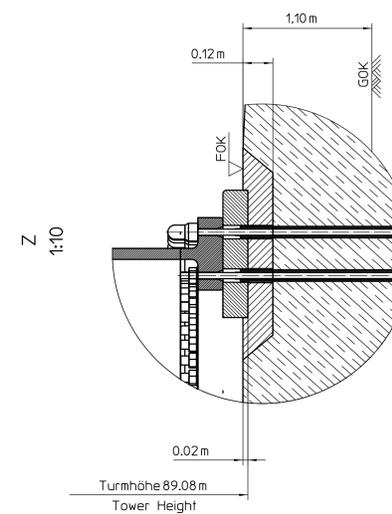
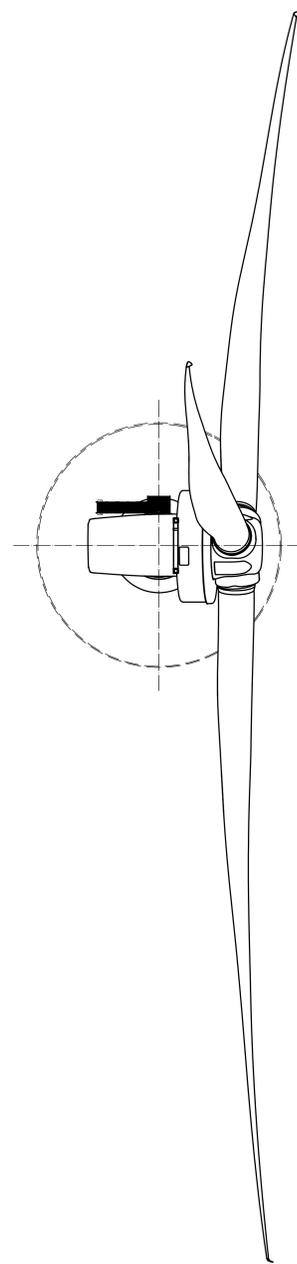
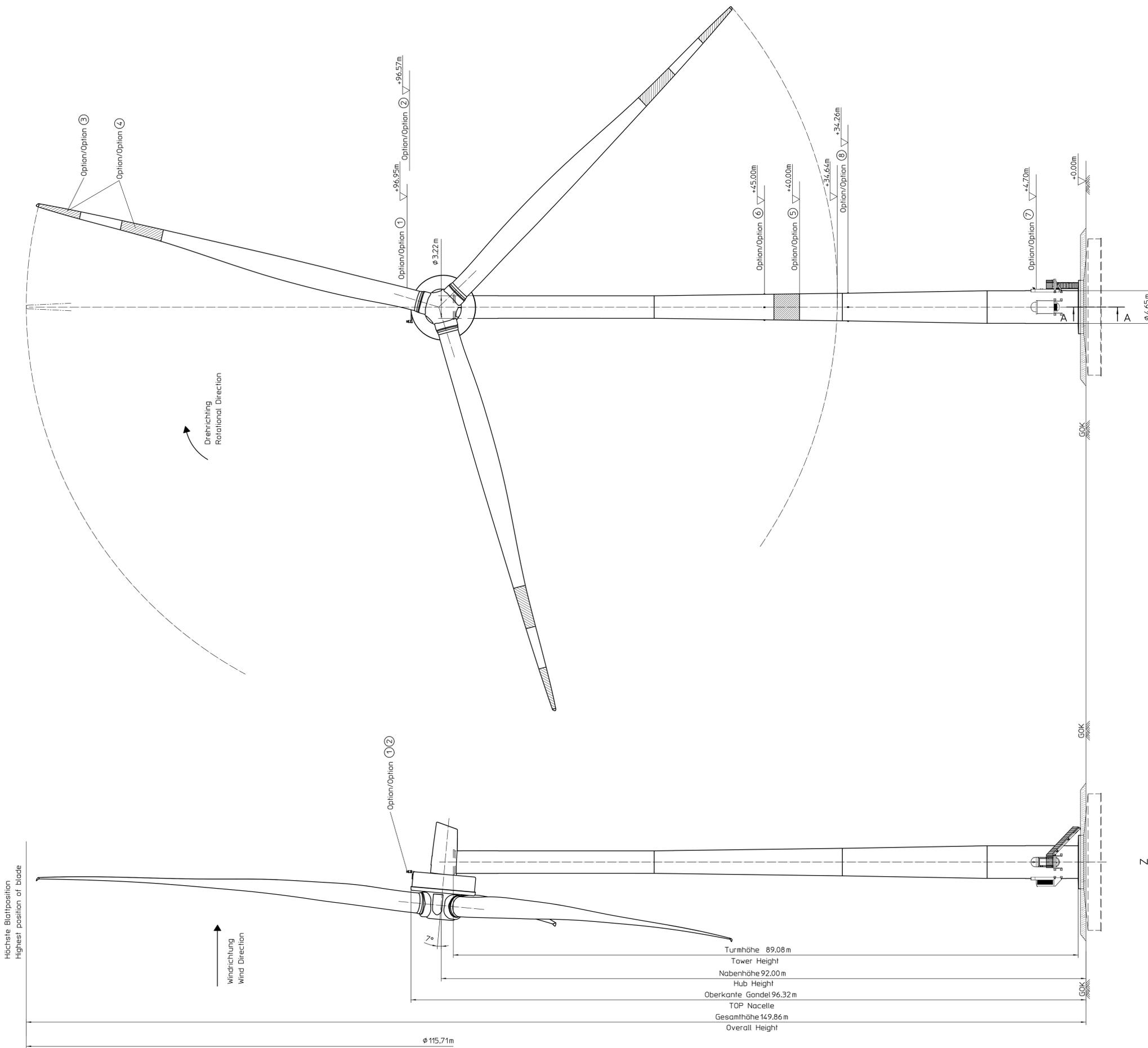
Algemeintoleranzen/general tolerances	Dokumententyp/type of document	Maßstab/scale	Gewicht/weight
-	Übersichtszeichnung	1:500	-
Schweißtoleranzen/welding tolerances	erstellt/created	Werkstoff/material	EDP-Nr./no.
-	2016-04-13 A. Ortel	-	-
Gübertoleranzen/casting tolerances	geprüft/checked	Benennung/Title	
-	2016-04-14 A. Buberl	Nordex WEA N117/3600 IEC 2a TS91 TiT	
Werkstückkanten/edges of workpiece	freigegeben/released	Nordex WT N117/3600 IEC 2a TS91 TiT	
-	2016-04-15 M. Stimming	Zeichnungsnummer/drawing number 00080-e000274.0944	Revision 0
Nordex Energy GmbH Langenhorn Chaussee 600 22419 Hamburg Germany		Zeichnungsstatus/drawing status Freigabe	Format A1 Blatt/Sheet 1/2

Die hier beschriebenen Maßstäbe sind für die Darstellung der Details und der Bauteile im Maßstab 1:500 zu verwenden. Die hier beschriebenen Maßstäbe sind für die Darstellung der Details und der Bauteile im Maßstab 1:500 zu verwenden.



Allgemeintoleranzen/general tolerances - Schweißtoleranzen/welding tolerances - Gußtoleranzen/casting tolerances - Werkstückkanten/edges of workpiece -	Dokumententyp/type of document Übersichtszeichnung erstellt/created 2016-04-13 A. Ortel geprüft/checked 2016-04-14 A. Buberl freigegeben/released 2016-04-15 M. Stimming	Maßstab/scale 1:500 Werkstoff/material - Benennung/title Nordex WEA N117/3600 IEC 2a TS91 TiT Nordex WT N117/3600 IEC 2a TS91 TiT Zeichnungsnummer/drawing number 00080-e000274.0944 Zeichnungsstatus/drawing status Freigabe	Gewicht/weight - EDP-Nr./no. - Revision 0 Blatt/Sheet 2/2
Nordex Energy GmbH Langenhorn Chaussee 600 22419 Hamburg Germany			

Die hier beschriebenen Maßstäbe sind für die Darstellung der Details und der Bauteile im Maßstab 1:500 festgelegt. Die hier beschriebenen Maßstäbe sind für die Darstellung der Details und der Bauteile im Maßstab 1:500 festgelegt.



Projektbezogene Angaben / Project-specific data	
Projekt / Project:	
Geländehöhe über NNH / Ground elevation above sea level:	
Gesamthöhe über NNH / Total elevation above sea level:	
Optionen / Options:	
FOK: Fundamentoberkante / Tap foundation GOK: Geländeoberkante / Top ground	
① Nachkennzeichnung / Nighttime marking:	W - Rot / W - Red
② Tageskennzeichnung / Daytime marking:	weißes Blitzlicht mit Sichtweitenreduzierung white strobe lights with visibility reduction
③ Tageskennzeichnung / Daytime marking:	6m rot (RAL 3020) / graue Rotorblatt (RAL 7038) / 6m red (RAL 3020) grey rotor blade (RAL 7038)
④ Tageskennzeichnung / Daytime marking:	rot/grau/rot (RAL 3020 / RAL 7038 / RAL 3020) je 6m lang / red/grey/red (RAL 3020 / RAL 7038 / RAL 3020) each 6m lang
⑤ Tageskennzeichnung / Daytime marking:	3.64m Farbblech RAL 3020 / 3.64m colour field RAL 3020
⑥ Nachkennzeichnung / Nighttime marking:	Hindernisse auf jeder Turmchse / Obstruction beacon on every tower axis
⑦ Schattenabschaltung standard:	Shadow shutdown standard: 3 Sensoren im Winkel von 120° / 3 sensors at an angle of 120°
⑧ Schattenabschaltung Waldstandort:	Shadow shutdown at forest sites: 3 Sensoren im Winkel von 120° / 3 sensors at an angle of 120°

ENERCON GmbH Energiepark 3 24605 Aukich Germany		Allgemeinanzogen General information		Skizze Date		Blatt Sheet		Gewicht Weight		KG	
22.11.2018		22.11.2018		22.11.2018		22.11.2018		22.11.2018		22.11.2018	
A-Albers		A-Albers		A-Albers		A-Albers		A-Albers		A-Albers	
WRD Turm		WRD Turm		WRD Turm		WRD Turm		WRD Turm		WRD Turm	
EP3.00.156 - 2		EP3.00.156 - 2		EP3.00.156 - 2		EP3.00.156 - 2		EP3.00.156 - 2		EP3.00.156 - 2	
1/1		1/1		1/1		1/1		1/1		1/1	

Technische Änderungen vorbehalten  
Subject to technical change without prior notice

## **ANNEXE HH. COURRIER DE LA WATERINGUE**



# WATERINGUE DE LA HAINE

Stambruges, le 13 mai 2022

## SECRETARIAT :

Rue du Rieu Bouillant 35  
7973 Stambruges (Beloeil)  
BE89 0910 1208 2185

☐ ☐: 0477 559493

Courriel : [jeanluc.galand@gmail.com](mailto:jeanluc.galand@gmail.com)

**CSD MANAGEMENT SA**

**AVENUE DU PRINCE DE LIEGE 72  
5100 NAMUR**

Concerne : Zone inondable de Boussu

Messieurs,

Par la présente, je vous confirme la teneur des éléments évoqués lors de la rencontre entre Monsieur Tirlocq et Monsieur Van De Goor :

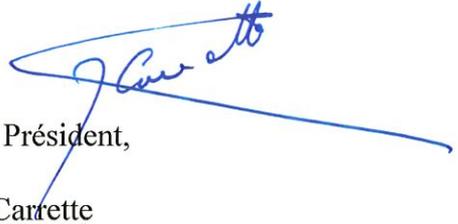
« Il y a très longtemps, il y avait effectivement des inondations dans la zone de part et d'autre de l'autoroute. La raison principale étaient les affaissements des terrains à la suite des activités des charbonnages, et ensuite les activités de pompage de l'intercommunale flamande TMVW,

Depuis la fin du siècle précédent la situation s'est améliorée. D'une part grâce aux réseaux de collecteurs et les stations de pompage réalisés par l'IDEA pour le démergement, et d'autre part grâce au nouveau lit de la Haine canalisée. Le nouveau lit de la Haine canalisée aurait été calculé pour faire face à des crues centennales.

Il n'y a plus eu d'inondations depuis plus de 25 ans dans la zone du projet. Lors de la crue exceptionnelle (centennale ?) de 1995 qui a fait déborder la Meuse, il n'y a pas eu d'inondation dans cette zone.

Rehausser la porte de votre cabine électrique de 50cm par rapport au relief naturel serait suffisant. »

En espérant avoir satisfait à votre demande, je vous prie d'agréer, messieurs, l'expression de ma considération distinguée.



Le Président,

J. Carrette



**ANNEXE II.      NOTE TECHNIQUE DE L'ESTIMATION DE LA HAUTEUR  
D'EAU**



## Note technique de l'estimation de la hauteur d'eau

L'emprise de la zone d'aléa d'inondation, dans laquelle le projet s'insère, a été utilisée pour estimer la hauteur d'eau à partir du Modèle Numérique de Terrain de 2013-2014 comme l'illustre la figure suivante.

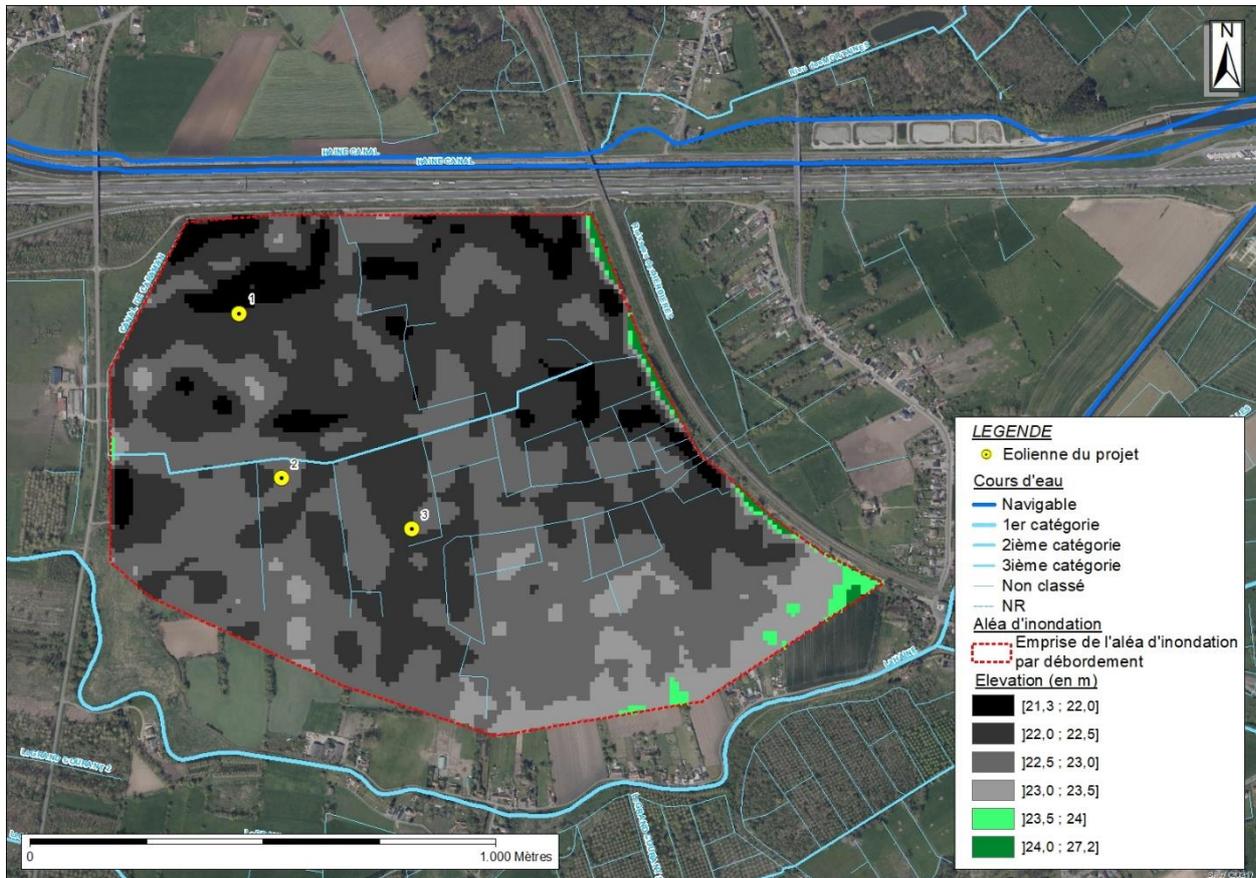


Figure 1 : Elévation au sein de la zone d'aléa par inondation (source : MNT, SPW, 2003-2004 et Cartographie de l'aléa d'inondation, SPW, 2021).

Sur base du modèle numérique de terrain, de la topographie des lieux et des infrastructures bordant cette zone, il a été estimé que la hauteur d'eau pouvait s'élever à 23,5 m d'altitude en cas de crue pour un scénario d'une période retour de 50 ans.

Si l'on considère les limites de la zone d'aléa d'inondation et les élévations au sein de cette zone, on constate que l'altitude au sol varie entre 21,3 m et 27,2 m. Les valeurs d'élévation ont été classées par pas de 0,5 m. Sur la figure ci-dessus, des zones vertes montrent des endroits où l'élévation est strictement supérieure à 23,5 m. A l'est, cela correspond à une pente qui monte jusque à la rue du chemin de fer Hainaut-Flandre. Au sud et au sud-est, il s'agit de terrains agricoles légèrement en élévation par rapport. Sur la zone d'emprise de l'aléa d'inondation, ces zones vertes représentent 215 pixels d'une résolution de 10 m de côté. Dès lors, la surface totale en vert est de 2,15 ha. Comme l'emprise de l'aléa d'inondation par débordement s'étend sur une surface de 128,34 ha, les zones de plus de 23,5 m représentent 1,7 % de la zone. C'est pourquoi, l'auteur de l'étude a semblé raisonnable d'exclure les valeurs strictement supérieures à 23,5 m pour estimer la hauteur d'eau. A noter que la moyenne des valeurs est de 22,53 m et que l'écart type est de 0,40 m.

A partir de cette analyse, il a été estimé que l'eau pourrait monter de manière théorique jusqu'à 23,5 m. Au point le plus bas de la zone (21,3 m), la hauteur du niveau d'eau pourrait atteindre dans un tel cas 2,2 m. Il a par ailleurs été émis l'hypothèse que la hauteur d'eau pourrait être de plus de 0,3 m, soit de plus de 1,3 m pour des périodes de retour de 50 ans et 100 ans. Ainsi, l'analyse développée ci-dessus est corroborée par cette hypothèse de base.

Le tableau suivant reprend le volume déplacé, si dans le cas d'une période retour de 50 ans ou 100 ans, l'eau venait à monter jusqu'à 23,5 m d'altitude. Au total, au droit du projet, les éoliennes seraient submergées de 1 m à 1,38 m en considérant des éoliennes dont la base fait 12,82 m<sup>2</sup> (4,04 m de diamètre). La cabine de tête, d'une surface au sol de 36 m<sup>2</sup> serait submergée de 0,84 m. Pour les chemins d'accès, il a été considéré qu'en moyenne, ils sont situés à 22,15 cm par rapport au sol. En effet, 15 cm d'empierrement se trouve au-dessus du niveau naturel du sol qui est en moyenne à 22 m d'altitude. Ces chemins parcourent un total de 1258 m et ont une emprise de 5 m de large. Au total, ces chemins déplaceraient 943,5 m<sup>3</sup> d'eau. Sur la zone d'emprise de l'aléa d'inondation, à savoir la dépression dans laquelle se situe le projet, un volume total de 1017,7 m<sup>3</sup> d'eau serait déplacé. Cela signifie que sur les 128,34 ha de la zone, le niveau de l'eau monterait globalement de 0,079 cm et ce dans le cas où l'eau ne pénétrerait pas du tout dans la base des éoliennes. Au vu de la topographie des lieux et des infrastructures existantes en surplomb, la zone de rétention actuelle ne déborderait donc pas à cause de l'implantation des éoliennes en projet.

Tableau 1. Volume d'eau déplacé par chaque éolienne projetée et élévation de la hauteur d'eau en cas d'inondation par débordement.

	<b>Elevation (m)</b>	<b>Submersion (m)</b>	<b>Volume d'eau déplacé (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Élévation de la hauteur d'eau en cas d'inondation (cm)</b>
Eolienne 1	22,12	1,38	17,7	0,001
Eolienne 2	22,50	1,00	12,8	0,001
Eolienne 3	22,45	1,05	13,5	0,001
Cabine de tête	22,66	0,84	30,2	0,002
Chemins d'accès	22,15	1,35	943,5	0,074
		<b>Total</b>	<b>1017,7</b>	<b>0,079</b>